
HARVARD
UNIVERSITY
LIBRARY


SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
CHRISTO ET ECCLESIAE
VE RI TAS

The law of distribution of the velocity of wind

Geographical distribution of the force of wind. The work of wind.

By colonel M. Pomortzeff.

Text in russian, synopsis in english.

О ЗАКОНѢ

РАСПРЕДѢЛЕНІЯ СКОРОСТЕЙ ВѢТРА

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДѢЛЕНІЕ СИЛЫ ВѢТРА. РАБОТА ВѢТРА.

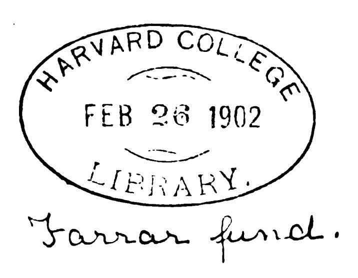
М. ПОМОРЦЕВЪ.

(Отдѣльный оттискъ изъ «Записокъ по Гидрографіи», выпуска XV).

С.-Петербургъ.

Типографія Морскаго Министерства, въ Главномъ Адмиралтействѣ.

1894.



Печатано по распоряженію Морскаго Министерства.

О ЗАКОНѢ РАСПРЕДѢЛЕНІЯ СКОРОСТЕЙ ВѢТРА.

Мы привыкли издавна смотрѣть на силу вѣтра, какъ на элементъ весьма капризный и повидимому мало подчиняющійся какимъ либо опредѣленнымъ законамъ. Вѣроятно въ этомъ нужно искать причину того факта, что сравнительно съ другими элементами въ метеорологіи сила вѣтра менѣе всего подвергалась тщательному изученію. Все что было сдѣлано до сихъ поръ по поводу изученія этаго вопроса касалось главнымъ образомъ средней силы вѣтра, между тѣмъ во многихъ вопросахъ практики бываетъ еще важно знать, какому закону слѣдуетъ распредѣленіе силы вѣтра и какова вообще повторяемость вѣтровъ разной силы. Если исключить ихъ разсмотрѣнія незначительныя попытки касавшіяся классифицированія вѣтровъ разной силы, то единственнымъ трудомъ въ этомъ направленіи является трудъ покойнаго Академика Гадолина озаглавленный имъ: «о законѣ измѣняемости вѣтра» (*) и сущность котораго заключается въ слѣдующемъ.

А. Гадолинъ воспользовался тѣмъ, что въ нѣкоторыхъ обсерваторіяхъ наблюденныя данныя для скоростей и направленій вѣтра даются въ формѣ слагающихъ по двумъ взаимно перпендикулярнымъ направленіямъ, для которыхъ обыкновенно принимается направленіе меридіана и направленіе параллели. Скорость и направленіе въ данный моментъ дѣйствительнаго вѣтра дается равнодѣйствующей таковыхъ двухъ слагающихъ. Суммируя данныя наблюденій по двумъ упомянутымъ осямъ координатъ за извѣстный періодъ времени можно получить величину и направленіе равнодѣйствующей

(*) Приложеніе къ XII тому записокъ Императорской академіи наукъ 1890 г.

средней скорости вѣтра. Если мы условимся изображать скорости и направленія вѣтра нѣкоторыми пропорціональными и одинаково направленными съ вѣтромъ линіями, то каждый наблюденный вѣтеръ можетъ быть разсматриваемъ какъ бы состоящимъ изъ геометрической суммы двухъ вѣтровъ: средняго равнодѣйствующаго вѣтра и нѣкотораго воображаемаго, или «добавочнаго» вѣтра (по выраженію Гадолина) который каждый разъ замыкаетъ сторону треугольника построеннаго на упомянутыхъ вѣтрахъ: среднемъ равнодѣйствующемъ и данномъ. Академикъ Гадолинъ дѣлаетъ гипотезу, что таковой добавочный вѣтеръ подчиняется закону случайностей и примѣняетъ къ этому вѣтру выводы теоріи вѣроятностей, аналогично тому какъ это дѣлается при разсужденіяхъ о разсѣиваніи выстрѣловъ артиллерійскихъ снарядовъ относительно средней точки попаданія. Чтобы уяснить себѣ возможность такого примѣненія слѣдуетъ помнить, что упомянутый добавочный вѣтеръ выражается линіей идущей отъ конца линіи изображающей средній равнодѣйствующій вѣтеръ, другой же конецъ связанъ съ концемъ линіи изображающей разсматриваемый перемѣнный вѣтеръ. При разныхъ значеніяхъ послѣдняго «добавочный» вѣтеръ очевидно можетъ принимать всевозможныя величины и положенія. Въ томъ-же трудѣ Академикъ Гадолинъ даетъ обстоятельную критику, почти одновременно появившейся съ его трудомъ, попыткѣ Б. Срезневскаго примѣнить къ вѣтрамъ законъ Максуэля относительно распредѣленіи скоростей въ массѣ газа и относительно возможности такого примѣненія приходитъ къ отрицательному выводу. Необходимо однако замѣтить, что теорія измѣняемости вѣтра данная Гадолинымъ не вытекаетъ прямо изъ данныхъ наблюденій, но есть слѣдствіе извѣстнаго допущенія, которое онъ хотя и стремится провѣрить, но на сравнительно столь незначительномъ числѣ наблюденій и притомъ сдѣланныхъ только въ одномъ пунктѣ (С.-Петербургъ), что утверждать, что этому закону дѣйствительно слѣдуетъ измѣняемость вѣтра вообще еще нельзя. Я позволю себѣ добавить къ сказанному, что изслѣдованіе этого вопроса въ томъ видѣ въ какомъ оно было сдѣлано Гадолинымъ врядъ ли можетъ имѣть примѣненіе въ Метеорологіи. Во первыхъ А. Гадолинъ прилагаетъ общія основы теоріи вѣроятностей къ совокупности двухъ разнородныхъ элементовъ каковыми являются направленіе и скорость вѣтра и стремится ихъ подчинить въ одинаковой степени закону случайностей, между тѣмъ какъ элементы эти независимы другъ отъ друга и могутъ слѣдовать при своихъ измѣненіяхъ разнымъ законамъ.

Во вторыхъ все изслѣдованіе А. Гадолина приложено собственно къ измѣняемости «добавочнаго» вѣтра, который есть вѣтеръ воображаемый и потому связать непосредственно законъ его измѣняемости съ другими данными въ области метеорологіи не представляется возможнымъ. Это послѣднее обстоятельство пріобрѣтаетъ еще потому особенное значеніе, что провѣрка и приложеніе указаннаго имъ закона, въ томъ видѣ какъ это было сдѣлано А. Гадолинымъ, приложимо только къ метеорологическимъ обсерваторіямъ, которые одни только могутъ дать необходимые для этого данныя наблюденій.

Не умаляя достоинствъ серьезнаго труда А. Гадолина, мы однако должны признать, что этотъ трудъ вполнѣ теоретическій, провѣрить приложимость котораго, и тѣмъ болѣе примѣнить къ практическимъ задачамъ метеорологіи, врядъ ли представляется возможнымъ.

---

§ 1. Обработка наблюденій надъ скоростью вѣтра и выводы.

Въ началѣ моего труда, я, преслѣдуя нѣкоторыя практическія цѣли, не задавался широкой задачей, полагая при этомъ, что къ разсматриваемому матерьялу и не могли быть примѣнены точные пріемы обработки. Но по мѣрѣ того какъ работа подвигалась впередъ и накапливались данныя для нея извлеченныя изъ наблюденій, приходилось убѣждаться въ противномъ, такъ какъ все указывало на то, что и въ этомъ вопросѣ существуетъ несомнѣнная закономѣрность въ явленіяхъ. Вслѣдствіе этого пришлось постепенно расширять планъ самыхъ изслѣдованій, что конечно отразилось и на системѣ изслѣдованій, а равно увеличило и самый процессъ труда.

Для изслѣдованій этого рода, я остановился на пятилѣтнемъ промежуткѣ времени съ 1887 по 1891 годы и выбралъ по лѣтописямъ Главной Физической Обсерваторіи тѣ станціи, которые производили ежедневныя наблюденія и находились приблизительно отъ меридіана Петербурга къ западу. Для этого раіона можно однако было набрать только 10 станцій которые работали въ указанный промежутокъ времени непрерывно. Эти станціи были слѣдующіе: Петербургъ, Перновъ, Пинскъ, Одесса, Либава, Псковъ, Вильна, Варшава, Смоленскъ и Кіевъ. Порядокъ работы мной былъ принятъ слѣдующій. Изъ трехъ часовыхъ ежедневныхъ наблюденій

*

этихъ станцій я дѣлалъ выборки сколько разъ вѣтеръ той или другой силы, независимо отъ его направленія, наблюдался въ теченіе каждаго мѣсяца.

Такіе выборки велись для каждаго мѣсяца теплаго времени года (съ Апрѣля по Сентябрь) и для холоднаго времени года (Октябрь по Мартъ) отдѣльно. Самое исчисленіе совершалось такимъ образомъ, что я сосчитывалъ число вѣтровъ по группамъ, причемъ первую группу составляли всѣ вѣтра, скорость которыхъ находилась между 0 и 2 метр. въ 1 секунду, т. е. сюда слѣдовательно вошло число затишьей и вѣтровъ въ 1 метр. скоростью въ секунду, вторую группу составляли вѣтра отъ 2 — 4 метр. скоростью, т. е. такія скорость которыхъ была 2 и 3 метр. въ 1 сек., и т. д., наконецъ послѣднюю группу для нѣкоторыхъ станцій составляли всѣ вѣтра въ 12 и болѣе метровъ въ сек., для другихъ-же 8 и болѣе метровъ. Такого рода данные для упомянутыхъ выше станцій собраны въ слѣдующей таблицѣ (№ 1).

ТАБЛИЦА № 1.

№ по порядку.	Названіе мѣста.	Годы наблюденія.	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ секунду.							Средняя скорость вѣтра. Метры въ секунду.
			0—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12 и больш.	
1	С.-Петербургъ. (Съ апр. по сент.).	1891	4,1	35,0	37,2	14,0	1,2	0,3	0	3,97
2		1890	6,3	30,5	33,5	14,7	5,5	1,0	0	4,40
3		1889	7,3	31,3	34,8	13,8	3,8	0,2	0,2	3,95
4		1888	5,7	30,0	33,3	17,0	4,3	0,7	0,3	4,30
5		1887	3,7	30,0	34,8	14,5	7,3	1,2	0	4,35
	Среднее . .	—	**5,4**	**31,3**	**34,8**	**15,0**	**4,4**	**0,6**	**0,1**	**4,20**
6	С.-Петербургъ. (Съ окт. по мартъ).	1891	2,8	18,8	36,3	21,0	8,0	2,6	0,1	4,97
7		1889	3,8	24,1	29,7	21,0	8,8	3,1	0,1	4,85
8		1888	5,5	25,3	32,7	17,3	6,0	3,5	0,3	4,58
9		1887	2,6	27,1	30,5	21,1	9,7	4,3	0,0	5,15
	Среднее . .	—	**3,6**	**23,8**	**32,3**	**20,1**	**8,1**	**3,4**	**0,1**	**4,88**

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Годы наблюденій.	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ секунду. 0—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12 и больш.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секунд.
10	**Пинскъ.** (Съ апр. по сент.).	1891	15,0	19,4	28,0	14,2	8,7	3,7	3,0	4,40
11		1890	14,0	23,8	28,3	13,5	7,3	2,2	2,1	4,00
12		1889	16,7	20,0	28,0	15,2	7,8	2,3	1,2	4,02
13		1888	19,2	23,5	26,3	13,0	7,3	1,2	1,5	3,70
14		1887	11,5	26,8	25,0	15,0	7,2	2,7	1,8	4,37
	Среднее . .	—	**15,3**	**22,7**	**27,1**	**14,2**	**7,7**	**2,4**	**2,0**	**4,10**
15	**Пинскъ.** (Съ окт. по мартъ).	1891	7,7	16,8	26,1	18,8	11,0	5,5	5,0	5,31
16		1889	8,3	14,3	21,8	17,1	14,5	7,5	6,3	5,75
17		1888	10,7	16,7	22,1	14,3	9,9	10,1	6,9	5,65
18		1887	5,5	18,7	24,5	15,7	11,1	9,0	8,6	5,53
	Среднее . .	—	**8,1**	**16,6**	**23,6**	**16,5**	**11,6**	**8,0**	**6,5**	**5,56**
19	**Перновъ.** (Съ апр. по сент.).	1891	2,2	17,7	26,8	16,5	6,7	5,0	7,0	6,10
20		1890	3,5	9,5	31,7	18,2	10,5	4,6	10,0	6,40
21		1889	1,7	15,2	37,5	18,8	10,5	8,5	8,7	5,70
22		1888	3,3	15,2	34,2	16,3	9,8	5,5	7,1	5,80
23		1887	5,0	11,7	28,7	16,5	12,5	6,2	10,7	6,30
	Среднее . .	—	**3,1**	**13,9**	**31,8**	**17,3**	**10,0**	**6,0**	**8,7**	**6,06**
24	**Перновъ.** (Съ окт. по мартъ).	1891	1,8	16,7	27,7	17,1	10,0	5,8	10,5	6,30
25		1889	2,1	14,7	29,0	15,5	10,7	7,0	11,0	6,33
26		1888	3,5	17,1	26,7	15,3	10,0	4,0	12,7	6,28
27		1887	4,0	13,5	21,8	14,3	14,5	7,0	16,5	7,08
	Среднее . .	—	**2,8**	**15,5**	**26,3**	**15,5**	**11,3**	**6,0**	**12,7**	**6,50**

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Годы наблюденій.	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ секунду. 0—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12 и больш.	Средняя скорость вѣтра. Метры и секун.
28	**Одесса** (*).	1891	3,3	26,2	35,8	15,8	7,8	2,1	0,5	4,60
29	(Съ апр. по сент.).	1890	2,6	33,8	36,8	12,7	4,7	0,8	0,2	4,10
	Среднее . .	—	**3,0**	**30,0**	**36,3**	**14,2**	**6,2**	**1,4**	**0,3**	**4,35**
30	**Одесса** (*).	1889	23,7	34,8	20,8	7,5	4,5	0,7	0,0	3,10
31	(Съ апр. по сент.).	1888	34,8	14,8	25,2	10,8	4,3	1,0	0,5	3,00
	Среднее . .	—	**29,2**	**24,8**	**23,0**	**9,1**	**4,4**	**0,8**	**0,2**	**3,05**
32	**Соловецкій мон.**	1889	20,5	21,1	13,5	12,5	9,7	6,3	5,7	4,47
33	(Съ апр. по сент.).	1888	19,7	18,0	11,7	12,8	8,1	6,1	13,7	5,85
34	**Соловецкій мон.**	1889	20,1	15,8	13,7	11,1	8,3	9,1	11,5	5,78
35	(Съ окт. по мартъ).	1888	24,8	17,8	14,7	11,2	7,5	5,0	12,3	5,41
36	Янв., мартъ, сент., ноябрь, декабрь.	1889	10,2	18,0	11,6	13,4	12,2	3,0	19,5	6,68
37	**Каргополь.** Мартъ, май, сент., ноябрь.	1888	4,0	25,0	18,6	12,6	14,4	3,2	13,8	6,46
38	**Обдорскъ.** Мартъ, апр., іюнь, Августъ, сентябрь, ноябрь.	1888	16,1	10,3	13,1	12,7	9,1	7,7	21,8	7,05
39	**Полибино.** Съ окт. по мартъ).	1888	17,8	16,1	16,6	10,0	8,7	3,3	15,3	6,07

(*) За 1888—89 годы приведены среднія часовыя скорости вѣтра а не мгновенныя и потому въ выводы не включены.

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Годы наблюденій.	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ секунду 0—2	2—4	4—6	6—8	8 и больш.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секун.
40	**Либава.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1891	6,2	33,7	33,2	15,0	3,5	4,00
41		1890	4,2	35,3	33,3	13,9	4,7	4,00
42		1889	7,3	38,4	32,4	9,8	3,5	3,70
43		1888	4,2	38,2	32,8	13,1	3,2	3,90
44		1887	6,0	36,5	30,0	14,2	4,8	4,08
	Среднее . .	—	**5,6**	**36,4**	**32,3**	**13,2**	**3,8**	**3,94**
45	**Псковъ.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1890	22,5	14,7	27,7	14,5	12,2	4,08
46		1889	20,8	12,7	31,5	16,8	9,7	3,80
47		1888	26,5	9,5	26,5	12,5	17,5	4,00
48		1887	15,0	30,0	24,8	12,6	9,1	3,50
	Среднее . .	—	**21,2**	**16,7**	**27,6**	**14,1**	**12,0**	**3,82**
49	**Вильна.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1891	17,7	45,3	20,9	5,8	1,8	2,80
50		1890	26,2	47,2	13,9	4,2	0.8	2,40
51		1889	27,3	42,2	18,3	3,5	0,9	2,30
52		1888	15,8	49,3	20,3	4,8	1,0	2,70
53		1887	33,2	34,2	17,0	6,5	0,7	2,43
	Среднее . .	—	**24,0**	**43,6**	**18,0**	**4,9**	**0,9**	**2,53**
54	**Варшава.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1891	30,5	29,5	21,2	7,6	2,7	2,60
55		1889	24,0	36,5	22,3	7,2	1,5	2,70
56		1888	20,8	31,7	26,5	10,2	2,3	2,90
	Среднее . .	—	**25,1**	**32,6**	**23,3**	**8,3**	**2,2**	**2,45**

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Годы наблюденій.	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ секунду.					Средняя скорость вѣтра. Метры въ секун.
			0—2	2—4	4—6	6—8	8 и больш.	
57	**Смоленскъ.**	1891	8,7	58,8	17,0	3,8	3,2	2,40
58	(Съ апкѣля по сентябрь).	1890	7,7	67,2	13,3	2,3	1,0	2,80
59		1889	15,5	56,0	12,3	4,5	3,2	2,90
	Среднее	—	**10,6**	**60,7**	**14,2**	**3,5**	**2,5**	**2,70**
60		1891	19,5	35,5	25,2	7,8	3,5	3,20
61	**Кіевъ.**	1890	41,8	35,8	11,0	2,8	0,0	2,00
62	(Съ апрѣля по сентябрь).	1889	34,3	35,7	15,1	4,8	2,3	2,50
63		1887	25,8	39,0	19,3	5,3	2,0	2,80
	Среднее	—	**30,3**	**36,5**	**17,6**	**5,2**	**1,9**	**2,62**

Въ этой таблицѣ въ первой графѣ указанъ номеръ по порядку, въ слѣдующей графѣ дано названіе станціи и показано для какого времени года велось упомянутое исчисленіе числа вѣтровъ. Далѣе указаны годы, къ которымъ относится данная выборка. Въ послѣдующихъ графахъ дано число наблюденныхъ вѣтровъ, той или другой силы по группамъ, въ среднемъ выводѣ за шесть мѣсяцевъ даннаго года и наконецъ въ послѣдней графѣ дана средняя скорость вѣтра соотвѣтствующая тому-же шестимѣсячному періоду времени.

Для цѣлей настоящей обработки собственно слѣдовало-бы брать не группы, но послѣдовательно всѣ вѣтра идущіе чрезъ каждые 1 метр. скорости. Но за исключеніемъ Петербурга для большинства станцій таковое исчисленіе произведено быть не могло, такъ какъ нѣкоторыя скорости совсѣмъ не встрѣчались въ записяхъ, что именно имѣло мѣсто для нечетныхъ чиселъ скоростей вѣтра и зависѣло отъ способа пользованія наблюдателями доской указателемъ силы вѣтра.

Кромѣ того въ таблицѣ приведены еще данные наблюденій за меньшій чѣмъ пятилѣтній промежутокъ времени и именно для слѣдующихъ станціи: Соловецкій монастырь, Коргополь, Обдорскъ и Полибино.

Всѣ собранныя данныя для повторяемости вѣтровъ по мѣсяцамъ не показывали никакого хода чиселъ отъ одного мѣсяца къ другому; отдѣльные годы въ этомъ отношеніи представляли гораздо большія колебанія и потому являлось вполнѣ возможнымъ брать среднія изъ данныхъ за шесть мѣсяцевъ, которыя и показаны въ таблицѣ соотвѣтственно каждому году. Жирнымъ шрифтомъ въ таблицѣ показаны среднія изъ всѣхъ лѣтъ наблюденій для каждой станціи отдѣльно.

Изъ иностранныхъ станцій я взялъ 5-ть Прусскихъ и 4-ре Австрійскихъ, а именно: Бреславль, Торнъ, Клауссенъ, Берлинъ и Ландсбергъ, — Львовъ, Черновцы, Барздорфъ и Вѣна. Данные для этихъ станцій были почерпнуты мною изъ лѣтописей соотвѣтственныхъ обсерваторій Берлинской и Вѣнской (*) за тотъ-же пятилѣтній промежутокъ времени съ 1887 по 1891 годъ и при томъ за шесть мѣсяцевъ только теплаго времени года.

Въ виду меньшей точности наблюденій скоростей вѣтра на этихъ станціяхъ (скорости вѣтра были даны по шкалѣ 0—12 и переведены мною на метры помноженіемъ всѣхъ чиселъ на $2^1/_2$), число группъ сокращено, причемъ всѣ вѣтры въ 6 и болѣе метровъ въ 1 сек. соединены въ одну группу. Всѣ относящіяся сюда данныя собраны въ слѣдующей таблицѣ № 2 расположеніе которой совершенно аналогично таблицѣ № 1-й.

ТАБЛИЦА № 2.

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Годы наблюденій.	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ секунду. 0—2	2—4	4—6	6 и больше.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секун.
64	**Клауссенъ.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1889	3,7	0,0	7,0	81,2	9,9
65		1888	4,0	2,7	12,0	73,3	9,1
66		1887	2,1	10,6	20,0	58,6	8,3
	Среднее	—	**3,3**	**4,4**	**13,0**	**71,0**	**9,1**

(*) Deutsches Meteorologisches Jahrbuch h. v. dem K. Prussischen Met. Institut. Berlin.

Jahrbücher der K. K. Central Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus—Wien.

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Годы наблюденій.	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы. Метры въ секунду. 0—2	2—4	4—6	6 и больш.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секун.
67	**Торнъ.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1889	21,6	23,8	26,2	21,2	4,0
68		1888	9,3	34,5	23,5	24,2	4,4
69		1887	10,0	16,0	14,5	50,9	8,1
70	**Бреславль.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1891	7,8	26,2	21,8	35,7	5,3
71		1890	5,8	18,2	18,7	49,8	6,3
72		1889	5,5	32,3	23,5	30,2	5,2
73		1888	8,2	17,3	20,6	45,3	6,7
74		1887	4,6	7,2	23,6	56,0	7,5
	Среднее	—	**6,4**	**20,2**	**21,6**	**43,2**	**6,20**
75	**Берлинъ.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1891	6,3	7,2	16,8	61,2	7,3
76		1890	5,7	3,2	20,0	62,7	7,5
77		1889	4,2	10,7	21,5	55,2	7,2
78		1888	12,3	20,3	20,7	38,2	5,6
79		1887	9,5	21,7	22,0	38,3	5,5
	Среднее	—	**7,6**	**12,7**	**20,2**	**51,1**	**6,62**
80	**Ландсбергъ.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1891	3,0	13,6	38,2	36,6	5,9
81		1890	2,8	16,0	39,7	33,0	6,3
82		1889	6,2	18,7	35,7	31,0	6,4
83		1882	2,0	12,8	37,3	39,2	6,7
84		1887	2,8	13,5	39,5	35,3	6,4
	Среднее	—	**3.4**	**14,9**	**38,1**	**35,0**	**6,34**

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Годы наблюденія.	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы. Метры въ секунду. 0—2	2—4	4—6	6 и больш.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секунд.
85	**Львовъ.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1891	0,5	26,0	35,5	29,7	6,3
86		1890	0,2	28,3	34,2	28,7	5,5
87		1889	0,0	22,7	32,2	36,7	6,1
88		1888	0,0	47,3	29,7	14,7	3,9
89		1886	0,0	18,0	34,2	39,3	6,9
	Среднее	—	**0,1**	**24,5**	**33,1**	**29,8**	**5,70**
90	**Черновцы.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1891	50,3	6,5	18,5	16,2	3,0
91		1890	36,2	9,3	32,3	13,7	3,5
92		1889	44,0	20,8	16,2	10,2	2,5
93		1888	28,7	12,0	26,8	24,0	3,8
94		1886	17,0	27,5	27,0	20,0	4,3
	Среднее	—	**35,2**	**15,2**	**24,1**	**16,8**	**3,42**
95	**Варадорфъ.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1891	24,2	27,8	20,2	19,3	3,6
96		1890	10,2	42,6	21,0	17,6	3,9
97		1889	3,7	43,0	21,2	23,7	4,3
98		1888	10,3	31,8	17,0	32,3	4,9
99		1886	13,5	28,5	25,0	24,3	4,4
	Среднее	—	**12,4**	**34,7**	**20,9**	**23,4**	**4,24**
100	**Вѣна.** (Съ апрѣля по сентябрь).	1891	9,7	28,5	30,8	22,5	4,4
101		1890	14,5	22,3	27,0	27,5	3,7
102		1889	14,5	22,5	28,2	26,3	4,6
103		1888	15,8	23,8	26,8	25,0	4,6
104		1887	22,0	23,2	24,5	21,8	4,2
	Среднее	—	**15,3**	**24,1**	**27,5**	**24,6**	**4,30**

Весь такимъ образомъ собранный матеріялъ данный наблюденіями соотвѣтствуетъ 104 полугодіямъ, изъ которыхъ 63 полугодія приходятся на долю Русскихъ станцій и 41 полугодіе на долю иностранныхъ. Въ общей сложности это составляетъ 624 мѣсяца съ болѣе чѣмъ 57-ю тысячами отдѣльныхъ наблюденій скорости вѣтра.

Сопоставляя цифры повторяемости вѣтровъ разныхъ группъ скоростей не трудно усмотрѣть, что порядокъ измѣненія этихъ чиселъ имѣетъ, за немногими исключеніями, одинъ и тотъ же характеръ, который состоитъ въ томъ, что число вѣтровъ разной скорости возрастаетъ по мѣрѣ приближенія этой скорости къ средней скорости вѣтра. Построенные мною по даннымъ наблюденіямъ прямо отъ руки кривыя, показывающіе характеръ такого рода измѣненій, приводили къ тому заключенію, что здѣсь мы имѣемъ дѣло съ такого рода зависимостью, которая должна выражаться показательной функціей. Первая задача при обработкѣ всѣхъ наблюденій и заключалась слѣдовательно въ томъ, чтобы установить видъ таковыхъ функцій.

На основаніи этихъ указаній и для упрощенія вычисленій я остановился на слѣдующихъ функціяхъ.

$n = A_1 e^{-B_1 (v-m)}$, $n = A e^{-B (v-m)^2}$, и $n = A_2 e^{-B_2 (v-m)^3}$

Здѣсь n представляетъ число вѣтровъ соотвѣтствующихъ той или другой скорости v, для трехъ часовыхъ ежедневныхъ наблюденій въ теченіи мѣсяца, m средняя мѣсячная скорость вѣтра и A и B нѣкоторые коэффиціэнты, которые надлежитъ подобрать по даннымъ наблюденій. Подобравъ эти коэффиціэнты по способу наименьшихъ квадратовъ для нѣкоторыхъ станцій, одновременно по тремъ вышеприведеннымъ выраженіямъ, я могъ убѣдиться въ томъ, что наименьшія среднія ошибки основныхъ уравненій отвѣчаютъ формулѣ $n = A e^{-B (v-m)^2}$, на примѣненіи которой при дальнѣйшихъ вычисленіяхъ я и остановился.

Для нахожденія величинъ A и B для многихъ станцій я въ вычисленіе вводилъ не самые величины n данные наблюденіями, но ихъ отношенія къ общему числу всѣхъ вѣтровъ наблюдавшихся въ теченіе мѣсяца. Это послѣднее число очевидно равно числу дней мѣсяца умноженному на три.

Называя чрезъ W въ этомъ послѣднемъ видѣ функцію $Ae^{-B (v-m)^2}$, показывающую относительную повторяемость вѣтровъ

той или другой группы по отношенію ко всему числу наблюденныхъ въ теченіи мѣсяца вѣтровъ разной силы, я подыскивалъ коэффиціэнты А и В по способу наименьшихъ квадратовъ, пользуясь для каждой станціи средними величинами изъ пятилѣтнихъ наблюденій, причемъ для нахожденія неизвѣстныхъ коэффиціэнтовъ *A* и *B* имѣлось каждый разъ столько условныхъ уравненій, сколько было взято группъ вѣтровъ. Такъ какъ группы слѣдовали чрезъ каждые два метра скорости, то при вычисленіи я принималъ что относительное число вѣтровъ данной группы соотвѣтствуетъ скорости v средней изъ вѣтровъ группы, такъ напримѣръ относительное число вѣтровъ въ группѣ 2—4 мт. я пріурочивалъ къ скорости $v=3$ мт. подобное-же число для группы 5—7 мт. къ скорости $v=6$ мт. Мы можемъ далѣе найти указанія говорящія за то, что подобное допущеніе возможно. Въ самомъ дѣлѣ вслѣдствіе постепенности измѣненій этихъ величинъ и въ большей массѣ наблюденій всегда можно принять, что въ каждой группѣ вѣтровъ, напримѣръ 2—4, число вѣтровъ со скоростью болѣе трехъ метровъ столько-же сколько и съ меньшей величиной.

Въ приводимой ниже таблицѣ № 3-й дано 9 такихъ уровненій найденныхъ мною для разныхъ станцій или группъ станцій по способу наименьшихъ квадратовъ, причемъ съ боку таковыхъ уравненій показаны среднія ошибки основныхъ уравненій. Относительно этихъ уравненій слѣдуетъ замѣтить, что они найдены по среднимъ даннымъ за пятилѣтіе, поэтому среднее уклоненіе этихъ уравненій отъ среднихъ величинъ за каждые изъ шести мѣсяцевъ года будетъ приблизительно въ два слишкомъ раза болѣе показанныхъ.

ТАБЛИЦА № 3.

Названіе станцій.	Число группъ *n*.	Коефиціентъ B			Коефиціентъ $\frac{A}{2}$			Формулы выражающія относительную повторяемость вѣтровъ разной силы.
		изъ набл.	Теор.	наб-теор.	изъ набл.	теор.	наб-теор.	
С.-Петербургъ. (теплое время года).	5	0,105	0,095	+0,010	0,197	0,187	+0,014	$W=0{,}3935\, e^{-0{,}1054\,(v-4{,}20)^2}$ (±0,027)
С.-Петербургъ (*). (холодн. время года).	6	0,072	0,065	+0,007	0,150	0,151	—0,001	$W=0{,}3000\, e^{-0{,}0721\,(v-4{,}88)^2}$ (± 0,039)

(*) Выраженіе для Петербурга и Пернова съ Пинскомъ (холодное время года) найдены по даннымъ наблюденій за 4 года (1887, 88, 89 и 91), для остальныхъ же станцій за пять лѣтъ, (съ 1887—91).

Названіе станцій.	Число группъ n.	Коэфиціентъ B			Коэфиціентъ $\frac{A}{2}$			Формулы выражающія относительную повторяемость вѣтровъ разной силы.
		изъ набл.	теор.	наб-теор.	изъ набл.	терм.	наб-теор.	
Перновъ и Пинскъ. (теплое время года).	6	0,062	0,066	—0,004	0,142	0,141	+0,001	$W=0{,}2829\,e^{-0{,}0619\,(v-5{,}08)^2}$ (±0,028)
Перновъ и Пинскъ (*) (холодное время).	6	0,063	0,071	—0,008	0,141	0,138	+0,003	$W=0{,}2761\,e^{-0{,}0627\,(v-6{,}03)^2}$ (± 0,043)
Перновъ.	7	0,056	0,051	+0,005	0,130	0,133	—0,003	$W=0{,}2597\,e^{-0{,}0559\,(v-6{,}06)^2}$ (±0,045)
Пинскъ.	6	0,047	0,054	—0,007	0,128	0,122	+0,006	$W=0{,}2560\,e^{-0{,}0466\,(v-4{,}10)^2}$ (±0,022)
Петербургъ, Одесса и Либава.	4	0,165	0,150	+0,015	0,208	0,229	—0,021	$W=0{,}4155\,e^{-0{,}1653\,(v-4{,}16)^2}$ (±0,025)
Кіевъ, Вильна и Варшава.	4	0,099	0,104	—0,005	0,199	0,177	+0,022	$W=0{,}3981\,e^{-0{,}0989\,(v-2{,}53)^2}$ (±0,018)
Бреславль, Берлинъ и Лайдебергъ	6	0,074	0,065	+0,009	0,181	0,154	+0,027	$W=0{,}3716\,e^{-0{,}0738\,(v-6{,}38)^2}$ (±0,027)
Смоленскъ (приближенно).	4	0,250	0,334	—	0,328	0,282	—	$W=0{,}6560\,e^{-0{,}3335\,(v-2{,}70)^2}$ (±0,055)
Львовъ, Черновцы, Варздорфъ и Вѣна. (приближенно).	4	—	—	—	—	—	—	$W=0{,}2951\,e^{-0{,}0550\,(v-4{,}42)^2}$

Въ приведенной таблицѣ выраженіе W для Смоленска и четырехъ Австрійскихъ станцій найдены приближенно.

Пользуясь найденными для разныхъ станцій функціями W мною были построены кривыя, показывающія относительную повторяемость вѣтровъ разной силы по группамъ. Кривыя эти показаны на чертежѣ № 1-й. На этомъ чертежѣ по оси абциссъ отложены скорости вѣтра, а по ординатамъ относительныя повторяемости вѣтровъ въ десятичныхъ доляхъ.

Такъ напримѣръ для кривой № 1-й (Петербургъ, Одесса, Либава) относительная повторяемость группы вѣтровъ скоростью отъ

(*) Выраженія для Петербурга и Пернова съ Пинскомъ (холодное время года) найденныя по даннымъ наблюденій за 4 года (1887, 88, 89, 91), для остальныхъ же станцій за пять лѣтъ (съ 1887—91).

4 до 6 мт. въ секунду, и которымъ слѣдовательно соотвѣтствуетъ $v=5$, составляетъ величину 0,370 или 37% всѣхъ вѣтровъ. Всѣ таковыя кривыя представляя одинъ общій характеръ вполнѣ напоминаютъ по ходу своихъ измѣненій тотъ законъ, по которому въ способѣ наименьшихъ квадратовъ предполагаются распредѣленными ошибки наблюденій. Это даетъ поводъ думать, что повторяемость вѣтровъ разной силы слѣдуетъ тѣмъ же законамъ какія указываются теоріей вѣроятностей. Если-бы такое предположеніе дѣйствительно имѣло-бы мѣсто, то, какъ извѣстно, нужно чтобы коэфиціэнты въ выраженіи $W=Ae^{-B(v-m)^2}$ удовлетворяли слѣдующимъ условіямъ:

$$B=\frac{n-1}{\Sigma\,(v-m)^2} \text{ и } A=\frac{\sqrt{B}}{\sqrt{\pi}}$$

Здѣсь знакъ Σ показываетъ, что нужно взять сумму значеній $(v-m)^2$ для всѣхъ разсматриваемыхъ скоростей v вѣтра, и n есть число условій или число уравненій послужившихъ для отысканія коэффиціэнтовъ A и B Если вышеприведенныя два условія выполнены, то всѣ слѣдствія вытекающія изъ теоріи вѣроятностей могутъ быть примѣнимы къ упомянутымъ выше выраженіямъ и законъ измѣняемости силы вѣтра вполнѣ подчиняется закону случайностей.

Въ таблицѣ 3-й приведены данныя для такого рода сравненій а именно, величины коэффиціэнтовъ A и B, вычисленныя непосредственно по даннымъ наблюденій и тѣже коэффиціэнты вычисленные по вышеприведеннымъ для нихъ теоретическимъ выраженіемъ.

Въ упомянутой таблицѣ въ первой графѣ дано названіе станціи для которой функція W опредѣлялась, во второй показано число группъ или условій n, изъ которыхъ выводилась эта послѣдняя функція, затѣмъ даны коэффиціэнты B и A непосредственно полученные изъ наблюденій, какъ было сказано, и тѣже коэффиціэнты теоретическіе выведенные на основаніи вышеприведенныхъ условій. Для примѣра приведемъ данныя для такого рода вычисленій для Пернова (за теплое время года) у котораго средняя скорость вѣтра $m=6{,}06$.

v	v — m	$\frac{N}{91,5}$	(v — m)²
1	+5,06	0,0339	25,60
3	+3,06	0,1519	9,36
5	+1,06	0,3475	1,12
7	—0,94	0,2000	0,88
9	—2,94	0,1093	8,64
11	—4,94	0,0655	24,40
13	—6,94	0,0415	48,16

$\Sigma (v - m)^2 = 118,16$

В теор. $= \frac{6}{118,16} = 0,0508$

А теор. $= \sqrt{\frac{0,0508}{\pi}} = 0,1331$

Въ третьй графѣ таблички послѣдняго примѣра показано отношеніе среднихъ чиселъ наблюденныхъ вѣтровъ къ числу всѣхъ вѣтровъ 91,5 въ теченіе мѣсяца (средняго).

Въ таблицѣ № 3-й приведены также разности между непосредственно выведенными изъ наблюденій коэффиціэнтами и теоретическими и какъ видимъ эти разности для обоихъ родовъ коэффиціэнтовъ В не превосходитъ 0,01, а для коэффиціэнтовъ А около 0,02 во всѣхъ 9 уравненіяхъ найденныхъ по способу наименьшихъ квадратовъ. Эти разности находятся въ предѣлахъ точности самихъ наблюденій и вполнѣ говорятъ въ пользу гипотезы, что законъ распредѣленія скоростей вѣтра сходенъ съ закономъ указываемымъ теоріей вѣроятностей.

Считаю однако необходимымъ указать и на нѣкоторыя уклоненія въ данныхъ наблюденій.

Большія или меньшія уклоненія представляли слѣдующія станціи: Псковъ, Одесса для двухлѣтія (1887—1889), а также сѣверныя станціи: Соловецкій монастырь, Каргополь и Обдорскъ. Что касается Одессы то здѣсь, какъ оказалось, приведены среднія часовыя наблюденія а не одиночныя какъ для остальныхъ станцій и потому наблюденія эти собственно несравнимы съ другими. Уклоненія даваемыя Псковомъ вѣроятно нужно объяснить способомъ установки флюгера съ доской указателемъ силы вѣтра и вліяніемъ на показаніе его мѣстныхъ условій. Что касается трехъ упомянутыхъ сѣверныхъ станцій, то всѣ они показывали аналогичныя уклоненія. Характеръ появленія

вѣтровъ разной силы на этихъ станціяхъ, какъ это можно видѣть изъ лѣтописей, значительно уклоняется отъ таковаго-же на другихъ станціяхъ, такъ напримѣръ на этихъ станціяхъ вообще наблюдается бѣдность въ вѣтрахъ средней силы и при довольно большихъ среднихъ скоростяхъ вѣтра здѣсь нерѣдко затишья почти внезапно прерываются вѣтрами достигающими 15—20 и болѣе метровъ въ секунду. Ходъ измѣненія вѣтровъ здѣсь лишенъ постепенности и случайности и какъ бы указываетъ на вліяніе какихъ то внѣшнихъ возмущающихъ причинъ. Слѣдуетъ замѣтить также, что хотя найденныя функціи W и хорошо удовлетворяютъ даннымъ наблюденій, но въ уклоненіяхъ своихъ отъ наблюденныхъ величинъ показываютъ нѣкоторое постоянство, а именно: повторяемость сильныхъ вѣтровъ вычисленная по вышеприведеннымъ аналитическимъ формуламъ оказывается меньшей, чѣмъ данная непосредственными наблюденіями; повторяемость слабыхъ вѣтровъ наоборотъ уклоняется въ противную сторону. Если-бы мы построили кривыя прямо отъ руки по даннымъ непосредственныхъ наблюденій и сравнили бы ихъ съ найденными аналитическими кривыми для каждой станціи соотвѣтственно, то увидѣли-бы, что послѣднія кривыя какъ-бы смѣщены немного въ лѣво относительно первыхъ. Вѣроятно это явленіе нужно объяснить вліяніемъ тренія воздуха о землю, причемъ коэффиціентъ тренія можетъ быть нѣсколько разнится даже при разныхъ скоростяхъ вѣтра. Этотъ замѣченный фактъ какъ бы указываетъ на то, что при употребленіи аналитическихъ формулъ слѣдуетъ вводить среднія скорости вѣтра нѣсколько измѣненныя противъ данныхъ наблюденіями, но такъ какъ полученныя выраженія въ достаточной степени хорошо удовлетворяли наблюденіямъ, то я оставилъ этотъ вопросъ безъ дальнѣйшихъ изслѣдованій.

Такимъ образомъ мы видимъ, что возможность яснаго формулированія указанной закономѣрности въ явленіяхъ повторяемости вѣтровъ разной силы зависитъ отъ слѣдуюшихъ причинъ: а) отъ точности самихъ наблюденій силы вѣтра; такъ мы видѣли, что изъ всѣхъ станцій только наблюденія въ Петербургѣ обладали такой точностью, что исчисленія повторяемости вѣтровъ могло бы быть здѣсь производимо чрезъ каждый метръ скорости а не по группамъ, 2) отъ способа установки приборовъ и топографическихъ условій мѣстности, 3) отъ вліянія тренія воздуха о поверхности земли, вѣроятно различнаго при разныхъ скоростяхъ движенія и 4) отъ какихъ то внѣшнихъ возмущающихъ причинъ вызывающихъ иногда быстрыя и рѣзкія колебанія скоростей вѣтра.

Въ виду всего этого полную провѣрку сдѣланной гипотезы можно искать только изъ совокупности обширнаго ряда наблюденій. Для этой цѣли необходимо сравнить теоретически ожидаемую вѣроятность появленія вѣтра той или другой силы съ тѣми данными для повторяемости вѣтровъ разной силы, которые выводятся изъ непосредственныхъ наблюденій. Такое сравненіе вполнѣ возможно такъ какъ мы уже видѣли, что функція W теоретически совершенно опредѣляется заданной величиной средней скорости вѣтра m. Однако что бы имѣть возможность вычислить коэффиціэнты функціи W по формуламъ.

$$B = \frac{n-1}{\Sigma\,(v-m)^2} \text{ и } A = \frac{\sqrt{B}}{\sqrt{\pi}}$$

Необходимо каждый разъ знать сколько взять для вычисленія разностей $(v-m)$ или иначе знать число n, соотвѣтственно той или другой средней скорости вѣтра m. Слѣдуя указаніямъ теоріи слѣдовало-бы допустить, что крайнія встрѣчающіяся при наблюденіяхъ скорости вѣтровъ не должны были бы превосходить среднія скорости болѣе какъ въ 3 раза. Что-бы убѣдиться въ томъ, что дѣйствительно наблюдаемыя числа слѣдують этому правилу, я, попутно съ выборкой вѣтровъ, замѣчалъ насколько крайнія по силѣ вѣтра встрѣчаемыя въ записяхъ станцій превосходятъ среднюю мѣсячную силу вѣтра. Данныя эти мнѣ показали, что если не было возмущающихъ причинъ, то для малыхъ среднихъ скоростей въ 1—2 метра, вѣтры, скорости которыхъ превосходили въ 3—$3^1/_2$ раза среднюю скорость, встрѣчались уже очень рѣдко, но эти предѣлы уменьшались если средняя скорость вѣтра возрастала, такъ напримѣръ при среднихъ скоростяхъ въ 8 — 10 метровъ весьма рѣдко встрѣчавшіеся вѣтра только всего въ 2 раза превосходили ихъ среднія скорости, при этомъ при большихъ среднихъ скоростяхъ 8 и болѣе мтр. вѣтры скоростью въ 0, 1, 2 метра уже переставали появляться. Пользуясь этими указаніями практики мною были выбраны такіе скорости, которыя необходимо было вводить въ вычисленія при составленіи разностей $(v-m)$, для вычисленія коэффиціэнтовъ A и B. Относящія сюда данныя приведены въ слѣдующей таблицѣ № 4.

ТАБЛИЦА № 4.

Средняя скорость вѣтра метр. въ сек.	Предѣлы между которыми заключаются наблюдаемыя скорости вѣтровъ.	$n-1$	Сумма велич. $(v-m)^2$.	Коэффиц. B.	Коэффиц. A.
1	0—3	3	6	0,5000	0,3988
2	0—5	5	19	0,2631	0,2894
3	0—7	7	44	0,1591	0,2251
4	0—9	9	85	0,1059	0,1837
5	0—10	10	110	0,0908	0,1633
6	0—12	12	182	0,0659	0,1473
7	1—14	13	231	0,0562	0,1387
8	2—15	15	376	0,0400	0,1283
9	2—18	16	425	0,0376	0,1128
10	3—20	17	525	0,0324	0,1015

Въ этой таблицѣ въ первой графѣ показаны среднія скорости вѣтровъ, во второй соотвѣтственно этой послѣдней скорости всѣ встрѣчавшіяся въ дѣйствительности скорости, такъ напримѣръ мы видимъ, что при средней скорости вѣтра 3 метра въ 1 ск. встрѣчаются такіе вѣтры скорости которыхъ суть 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7, (причемъ подъ 0 понимается затишье), въ третьей графѣ дано число таковыхъ вѣтровъ или число разностей $(v-m)$ безъ единицы то есть $(n-1)$, такъ для средней скорости $m=3$ имѣемъ $n-1=7$, въ четвертой графѣ показана соотвѣтственная сумма величинъ $(v-m)^2$, въ пятой и шестой графахъ даны теоретическіе коэффиціэнты B и A вычисленные по приведеннымъ выше формуламъ и по даннымъ предыдущихъ графъ.

Пользуясь данными въ этой таблицѣ численными величинами коэффиціэнтовъ B и A, на чертежѣ № 2 мною построены кривыя этихъ коэффиціэнтовъ, дающіе возможность найти ихъ значенія для всевозможныхъ среднихъ скоростей вѣтра отъ 1 до 10 метровъ въ секунду. На этомъ чертежѣ по оси абциссъ показаны среднія скорости вѣтра (мт. — сек.) а по оси ординатъ съ лѣва: въ 1-мъ столбцѣ величины для B а во 2-мъ для A.

Пользуясь послѣдними данными я вычислилъ для разныхъ среднихъ скоростей m и для разныхъ скоростей вѣтра v идущихъ чрезъ одинъ метръ, соотвѣтственныя значенія функціи $W = Ae^{-B(v-m^2)}$ Величины эти показаны на таблицѣ № 5, причемъ на горизонтальной строкѣ съ верху даны величины v, а на вертикальной съ лѣва среднія скорости вѣтра m. На пересѣченіе обѣихъ послѣднихъ рубрикъ показаны соотвѣтственные величины для W.

*

ТАБЛИЦА № 5.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0,253	0,410	0,253	0,065	—	—															
2	0,110	0,232	0,299	0,232	0,110	0,013															
3	0,055	0,121	0,194	0,227	0,194	0,121	0,055	0,020													
4	0,035	0,072	0,122	0,166	0,185	0,166	0,122	0,072	0,035	0,013											
5	0,021	0,043	0,078	0,118	0,150	0,163	0,150	0,118	0,078	0,043	0,021										
6	0,013	0,027	0,050	0,080	0,112	0,138	0,147	0,138	0,112	0,080	0,050	0,027	0,013	0,005							
7	—	0,018	0,033	0,055	0,081	0,108	0,126	0,134	0,126	0,108	0,081	0,055	0,033	0,018	0,008	0,004	0,001				
8	—	—	0,022	0,038	0,058	0,080	0,102	0,118	0,123	0,118	0,102	0,080	0,057	0,037	0,022	0,012	0,006	0,003			
9	—	—	0,016	0,028	0,043	0,060	0,079	0,096	0,108	0,113	0,108	0,096	0,079	0,060	0,043	0,028	0,016	0,009	0,004	0,002	
10	—	—	—	0,021	0,032	0,046	0,061	0,076	0,089	0,098	0,102	0,099	0,089	0,076	0,061	0,046	0,032	0,021	0,013	0,007	0,004

Пользуясь этой послѣдней таблицей я построилъ кривыя для величинъ W, показывающіе относительную повторяемость вѣтровъ разной силы. Кривыя эти даны на чертежѣ № 3, причемъ цифры поставленныя съ верху каждой кривой указываютъ какой средней скорости вѣтра соотвѣтствуетъ эта кривая. Для примѣра найдемъ по этимъ кривымъ какая повторяемость вѣтровъ въ 5 метровъ въ секунду, или вѣрнѣе сказать какая повторяемость всѣхъ вѣтровъ скоростью отъ $4^1/_2$ до $5^1/_2$ мт., соотвѣтствуетъ средней скорости вѣтра въ 5 мт. въ сек. По чертежу находился 0,164 или 16,4% всего числа вѣтровъ. Изъ начерченныхъ кривыхъ мы можемъ видѣть, что чѣмъ меньше средняя скорость вѣтра, тѣмъ сравнительно чаще появляются тѣ вѣтра скорость которыхъ равна или близка къ средней.

Съ цѣлію воспользоваться всѣмъ наблюденнымъ матеріаломъ даннымъ въ таблицахъ № 1 и № 2, и съ другой стороны стремясь облегчить самый процессъ упомянутой задачи сравненія, я всѣ данныя послѣднихъ таблицъ соединилъ въ три отдѣльныя группы. Въ первую группу вошли всѣ вѣтра скорость которыхъ была отъ 0 до 4 мт. въ ск., во вторую группу вѣтра со скоростью отъ 4 до 6 мт. и наконецъ въ третью группу всѣ вѣтра скорость которыхъ было 6-ть и болѣе метровъ въ 1 секунду. Данныя относящіяся къ этимъ группамъ собраны въ таблицѣ № 6, причемъ они всѣ расположены въ убывающемъ порядкѣ среднихъ скоростей вѣтра.

ТАБЛИЦА № 6.

№№	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ сек. 0—4	4—6	6 и больш.	Средняя скор. вѣтра. Метры въ секунду.
64	3,7	7,0	81,2	9,9
65	6,7	12,0	73,3	9,1
I	**5,2**	**9,5**	**77,3**	**9,50**

№№	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ сек. 0—4	4—6	6 и больш.	Средняя скор. вѣтра. Метры въ секунду.
66	12,7	20,0	58,6	8,3
69	26,0	14,5	50,9	8,1
II	**19,3**	**17,2**	**54,8**	**8,20**

№№	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ сек. 0—4	4—6	6 и больш.	Средняя скор. вѣтра. Метры въ секунду.
76	8,9	20,0	62,7	7,5
74	11,8	23,6	56,0	7,5
75	13,5	16,8	61,2	7,3
77	14,9	21,5	55,2	7,2
III	**12,4**	**20,5**	**58,8**	**7,38**
38	26,4	13,1	49,3	7,1
73	25,5	20,6	45,3	6,7
36	28,2	11,6	48,1	6,7
33	14,8	37,3	39,2	6,7
27	17,5	21,8	52,8	7,1
IV	**22,5**	**20,9**	**47,0**	**6,86**
89	18,0	34,2	39,3	6,6
37	29,0	18,6	44,0	6,5
82	24,9	35,7	31,0	6,4
84	16,3	39,5	35,3	6,4
20	13,0	31,7	46,8	6,4
V	**20,2**	**31,9**	**39,3**	**6,46**
71	24,0	18,7	49,8	6,3
24	18,5	27,7	43,4	6,3
81	18,8	39,7	33,0	6,3
25	16,8	29,0	44,2	6,3
85	26,5	35,5	29,7	6,3
VI	**20,9**	**30,1**	**40,0**	**6,30**

№№	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ сек. 0—4	4—6	6 и больш.	Средняя скор. вѣтра. Метры въ секунду.
26	20,6	26,7	42,0	6,3
23	16,7	28,7	46,2	6,3
87	22,7	32,2	36,7	6,1
39	33,9	16,6	37,3	6,1
19	19,9	26,8	44,8	6,1
33	37,7	11,7	40,7	5,9
VII	**25,3**	**23,6**	**41,3**	**6,13**
80	13,6	38,2	36,6	5,9
34	35,9	13.7	40,0	5,8
22	18,5	34,2	38,8	5,8
16	22,6	21,8	45,4	5,8
21	16,9	37,5	37,2	5,7
VIII	**21,5**	**29,1**	**39,6**	**5,80**
17	27,4	22,1	41,2	5,7
78	32,6	20,7	38,2	5,6
	31,2	22,0	38,3	5,5
79	24,2	24,5	44,4	5,5
86	28,5	34,2	28,7	5,5
IX	**28,8**	**24,3**	**38,2**	**5,56**
35	42,6	14,7	36,0	5,4
70	24,0	21,8	35,7	5,3
15	24,5	26,1	40,3	5,3
72	37,8	23,5	30,2	5,2
9	29,8	30,5	35,1	5,2
X	**31,7**	**23,3**	**35,5**	**5,28**

№№	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ сек. 0—4	4—6	6 и больш.	Средняя скор. вѣтра. Метры въ секунду.
6	21,6	36,3	31,7	5,0
7	27,9	29,7	33,0	4,9
98	42,1	17,0	32,3	4,9
102	37,0	28,2	26,3	4,6
103	39,6	26,8	25,0	4,6
28	29,5	35,8	26,9	4,6
XI	**33,0**	**29,0**	**29,2**	**4,77**
8	30,8	32,7	21,1	4,6
68	43,8	23,5	24,2	4,4
32	41,6	13,5	34,2	4,5
97	46,7	21,2	23,7	4,4
99	42,0	25,0	24,3	4,4
100	38,2	30,8	22,5	4,4
XII	**40,5**	**24,5**	**25,0**	**4,45**
2	36,3	33,5	21,2	4,4
5	33,7	34,8	23,0	4,4
10	34,4	28,0	29,2	4,4
14	38,3	25,0	28,2	4,4
94	44,5	27,0	20,0	4,3
XIII	**37,7**	**29,7**	**24,3**	**4,38**

№№	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ сек. 0—4	4—6	6 и больш.	Средняя скор. вѣтра. Метры въ секунду.
4	35,7	33,3	22,5	4,3
104	45,2	24,5	21,8	4,2
29	36,4	36,8	18,2	4,1
45	37,2	27,7	26,7	4,1
44	41,5	30,0	19,0	4,1
XIV	**39,3**	**30,5**	**21,6**	**4,16**
67	45,4	26,2	21,2	4,0
1	39,1	37,2	15,2	4,0
3	33,6	34,8	18,0	4,0
11	37,8	28,3	25,2	4,0
XV	**40,2**	**31,6**	**19,9**	**4,00**
12	36,7	28,0	26,8	4,0
47	36,0	26,5	29,0	4,0
40	39,9	33,2	18,5	4,0
41	39,5	33,3	18,6	4,0
XVI	**38,0**	**30,2**	**23,2**	**4,00**
88	47,3	29,7	14,7	3,9
96	52,8	21,0	17,6	3,9
43	42,4	32,8	16,3	3,9
93	40,7	26,8	24,0	3,8
46	33,5	31,5	26,5	3,8
XVII	**43,3**	**28,3**	**19,8**	**3,86**

№№	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ сек.			Средняя скор. вѣтра. Метры въ секунду.
	0—4	4—6	6 и больш.	
101	36,8	27,0	27,5	3,7
13	42,7	26,3	22,5	3,7
42	45,7	32,4	13,3	3,7
95	52,0	20,2	19,3	3,6
91	45,5	32,3	13,7	3,5
48	45,0	24,8	21,7	3,5
XVIII	**44,6**	**27,1**	**19,6**	**3,61**
60	55,0	25,2	11,3	3,2
90	56,8	18,5	16,2	3,0
56	52,5	26,5	12,5	2,9
59	71,5	12,3	7,7	2,9
XIX	**59,0**	**20,6**	**11,9**	**3,00**

№№	Число наблюденныхъ вѣтровъ разной силы по группамъ. Метры въ сек.			Средняя скор. вѣтра. Метры въ секунду.
	0—4	4—6	6 и больш.	
49	63,0	20,9	7,6	2,8
63	64,8	19,3	7,8	2,8
58	75,0	13,3	3,3	2,8
52	65,1	20,3	5,8	2,7
55	60,5	22,3	8,7	2,7
XX	**65,7**	**19,2**	**6,5**	**27,6**
54	60,0	21,2	10,3	2,6
92	64,8	16,2	10,2	2,5
62	70,0	15,1	7,1	2,5
50	73,4	13,9	5,0	2,4
XXI	**67,0**	**16,4**	**8,1**	**2,50**
57	67,5	17,0	7,0	2,4
53	67,4	17,0	7,2	2,4
51	69,5	18,3	3,5	2,3
61	77,6	11,0	2,8	2,0
XXII	**70,5**	**15,8**	**5,1**	**2,36**

Въ первой графѣ приведенной таблицы указаны соотвѣтственные №№ таблицъ 1-й и 2-й изъ которыхъ составлены группы, въ слѣдующихъ графахъ дано среднее мѣсячное число вѣтровъ по группамъ скоростей и наконецъ въ послѣдней графѣ средняя скорость вѣтра. Для удобства пользованія весь этотъ матерьялъ раздѣленъ мною на 22 серіи и изъ всѣхъ соотвѣтственныхъ величинъ каждой серіи выведено среднее. Среднія эти даны подъ №№ I — XXII. Эти послѣднія послужили для вывода относительной повторяемости вѣтровъ упомянутыхъ группъ, совершенно подобно тому какъ это дѣлалось и ранѣе. Всѣ таковыя относительныя величины даны въ таблицѣ № VII и обозначены тѣми-же самыми номерами I—XXII.

ТАБЛИЦА № 7.

№№	Относительная повторяемость вѣтровъ разной силы по группамъ.			Средняя скорость вѣтра.
	0—4	4—6	6 и больш.	
I	0,056	0,104	0,850	9,50
II	0,211	0,188	0,601	8,20
III	0,135	0,223	0,641	7,38
IV	0,249	0,231	0,520	6,86
V	0,221	0,349	0,430	6,46
VI	0,230	0,331	0,440	6,30
VII	0,280	0,261	0,458	6,13
VIII	0,238	0,322	0,439	5,80
IX	0,316	0,266	0,418	5,56
X	0,350	0,258	0,392	5,28
XI	0,361	0,318	0,320	4,77

№№	Относительная повторяемость вѣтровъ разной силы по группамъ.			Средняя скорость вѣтровъ.
	0—4	4—6	6 и больш.	
XII	0,450	0,272	0,278	4,45
XIII	0,411	0,324	0,265	4,38
XIV	0,430	0,333	0,236	4,16
XV	0,439	0,345	0,217	4,00
XVI	0,415	0,330	0,254	4,00
XVII	0,473	0,309	0,218	3,86
XVIII	0,487	0,296	0,214	3,61
XIX	0,644	0,225	0,130	3,00
XX	0,719	0,210	0,071	2,76
XXI	0,732	0,180	0,088	2,50
XXII	0,771	0,173	0,056	2,36

Данныя этой таблицы послужили мнѣ для того, что-бы построить кривыя, показывающія относительную повторяемость вѣтровъ соотвѣтствующихъ упомянутымъ тремъ группамъ. Для построенія каждой изъ этихъ трехъ кривыхъ имѣлось слѣдовательно 22 точки. Кривыя эти даны на чертежѣ № 4-й. По оси абциссъ здѣсь отложены среднія скорости вѣтра а по оси ординатъ относительныя повторяемости вѣтровъ, выраженныя въ десятичныхъ доляхъ. Нанося на бумагу точки для построенія упомянутыхъ кривыхъ изъ данныхъ таблицы, я, что-бы быть свободнымъ отъ всякой гипотезы при построеніи этихъ кривыхъ, провелъ послѣднія чрезъ соотвѣтственныя точки нрямо отъ руки, соблюдая при этомъ то правило, что-бы кривыя возможно лучше удовлетворять всѣмъ точкамъ и что-бы сумма отклоненій ординатъ точекъ отвѣчающихъ наблюденіямъ отъ соотвѣтственныхъ ординатъ кривыхъ по одну и по другую сторону каждой кривой были-бы одинаковы. Такимъ образомъ были построены три плавныя кривыя, показанныя на чертежѣ 4-мъ сплошными линіями и обозначенные цифрами 0—4 (для 1-й группы), 4—6 (до 2-й группы) и 6 и болѣе мт. (для 3-й группы). Кривыя эти показываютъ, что съ увеличеніемъ средней скорости вѣтра число слабыхъ вѣтровъ отъ 0 до 4 метр. въ секунду, (или повторяемость этихъ вѣтровъ)

уменьшается, наоборотъ, число сильныхъ вѣтровъ въ 6 и болѣе метр. въ сек. увеличивается.

Что касается числа вѣтровъ средней силы 4—6 мт. въ ск., то ходъ ихъ двоякій, а именно: идя отъ малыхъ среднихъ скоростей число ихъ постепенно увеличивается до максимума, который приблизительно наступаетъ при средней скорости вѣтра около 5 мт. и затѣмъ число этихъ вѣтровъ начинаетъ снова падать. Въ томъ мѣстѣ гдѣ всѣ три кривыя пересѣкаются вѣтры разныхъ группъ встрѣчаются въ одинаковой мѣрѣ. Какъ видно изъ чертежа это послѣднее имѣетъ мѣсто почти для средней скорости въ 5 мт. Послѣдняя скорость есть средняя для группы 4—6 мт. а также средняя изъ скоростей всѣхъ вѣтровъ послужившихъ матерьяломъ при проведеніи разсматриваемыхъ кривыхъ.

Съ другой стороны относительныя повторяемости вѣтровъ, въ предѣлахъ тѣхъ-же самыхъ группъ, могли бы быть также вычислены пользуясь теоретическими кривыми данными на чертежѣ № 3-мъ. Для этой цѣли очевидно нужно было-бы брать соотвѣтственные площади упомянутыхъ кривыхъ для разныхъ среднихъ скоростей вѣтра. Такое исчисленіе площадей между ординатами соотвѣтствующими предѣльнымъ скоростямъ вѣтра въ каждой группѣ дѣлалось мною по формуламъ Симпсона. Полученныя этимъ путемъ теоретическія величины относительной повторяемости вѣтровъ для тѣхъже группъ приведены мною во вторыхъ графахъ таблицы № 8-й.

ТАБЛИЦА № 8.

Сравненіе наблюденной и теоретической относительныхъ повторяемостей вѣтровъ разной силы по группамъ, соотвѣтственно той или другой средней скорости вѣтра.

0—4 мт. въ ск.			Средняя скор. вѣтра мт. ск.	4—6 мт. въ ск.			Средняя скор. вѣтра мт. ск.	6 и больш. мт. въ ск.		
По даннымъ непосредств. наблюден.	Вычислено по теоретическ. кривымъ	Наб.-выч.		По даннымъ непосредств. наблюден.	Вычислено по теоретическ. кривымъ	Наб.-выч.		По даннымъ непосредств. наблюден.	Вычислено по теоретическ. кривымъ	Наб.-выч.
—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—
0,865	0,881	—0,016	2	0,085	0,085	0,000	2	0,000	0,000	—0,000
0,640	0,678	—0,038	3	0,244	0,244	0,000	3	0,118	0,050	+0,068
0,455	0,474	—0,019	4	0,325	0,325	0,000	4	0,230	0,183	+0,047
0,345	0,327	+0,018	5	0,320	0,320	0,000	5	0,335	0,336	—0,001
0,266	0,219	+0,046	6	0,278	0,273	+0,005	6	0,450	0,503	—0,053
0,200	0,150	+0,050	7	0,225	0,213	+0,012	7	0,565	0,630	—0,065
0,143	0,101	+0,042	8	0,175	0,160	+0,015	8	0,676	0,729	—0,053
0,097	0,060	+0,037	9	0,130	0,118	+0,012	9	0,770	0,795	—0,025
0,075	0,051	+0,024	10	0,105	0,093	+0,012	10	0,850	0,851	—0,001

Пользуясь данными этой таблицы и поступая съ ними подобно тому какъ это было сдѣлано съ данными таблицы 7-й, явилась возможность прочертить теоретическія кривыя имѣющія аналогичныя значенія съ первыми. Кривыя эти даны на томъ-же чертежѣ № 4-й, обозначены тѣми-же соотвѣтственными цифрами 0—4, 4—6 и 6 и болѣе, но прочерчены пунктирными линіями. Послѣднія кривыя по формѣ своей совершенно подобны первымъ, но относительно послѣднихъ являются какъ бы нѣсколько смѣщенными въ сторону и только кривыя отвѣчающіе средней группѣ (4—6) почти совпадаютъ.

Слѣдуетъ замѣтить впрочемъ, что если-бы мы ввели нѣкоторыя измѣненія въ вычисленные коэффиціэнты A и B, то мы могли бы достигнуть полнаго совпаденія обѣихъ системъ кривыхъ, но какъ было уже объяснено, коэффиціэнты A и B выведены изъ независимыхъ соображеній, на основаніи данныхъ наблюденій о появляемости вѣтровъ разной силы, при разныхъ среднихъ скоростяхъ вѣтра.

Въ таблицѣ 8-й, соотвѣтственно всѣмъ тремъ кривымъ, приведены численныя значенія уклоненій ординатъ кривыхъ обѣихъ категорій, соотвѣтствующихъ однимъ и тѣмъ-же среднимъ скоростямъ вѣтра. Эти разности какъ видно только въ двухъ случаяхъ достигаютъ величины 0,06 или 6%, во всѣхъ-же остальныхъ случаяхъ значительно менѣе. Принимая во вниманіе множество источниковъ могущихъ быть причиной таковаго разногласія нельзя признать эти разности за слишкомъ большія. Но если желательно быть болѣе строгими въ своихъ заключеніяхъ, то можно было-бы поступить еще слѣдующимъ образомъ. Допустимъ что величины относительныхъ повторяемостей вѣтровъ разной силы, полученные по кривымъ прочерченнымъ по даннымъ наблюденій, какъ бы были тѣ которые давались непосредственно самими наблюденіями и посмотримъ какія могли бы быть при этомъ теоретическія величины ожидаемыхъ разногласій. Теорія вѣроятностей указываетъ, что теоретическій выводъ можно было бы считать вполнѣ законнымъ только тогда, когда разногласіе между нимъ и соотвѣтственной ему, но непосредственно наблюденной величиной, не превосходитъ утроенной величины вычисленной изъ уравненія

$$0{,}4769 \sqrt{\frac{2\,p\,(1-p)}{u}}$$

гдѣ p есть вѣроятность появленія событія и u число всѣхъ случаевъ наблюденій. Такъ какъ въ нашемъ случаѣ для построенія кривыхъ служили среднія изъ 6-ти мѣсяцевъ, обнимающія собою до 549 отдѣльныхъ наблюденій скоростей вѣтра, то предыдущее выраженіе (принимая $u = 549$) можетъ быть выражено такъ.

$$0{,}0144 \sqrt{p\ (1-p)}$$

Примѣнимъ послѣднее выраженіе для вычисленія теоретической разности для группы 6 и болѣе метровъ. Возьмемъ для примѣра одно изъ крайнихъ уклоненій этой группы а именно для средней скорости вѣтра 7 мт. и равное 0,065. Принявъ во вниманіе вѣроятность появленія этой группы вѣтровъ найдемъ, что величина $\sqrt{p\ (1-p)}$ почти равна $^1/_2$, но такъ какъ въ разсматриваемую группу входятъ собственно 9 вѣтровъ скоростью отъ 6 до 14 мт. въ секунду, то и въ вычисленіе слѣдуетъ ввести слагаемое величинъ $\sqrt{p\ (1-p)}$ для всѣхъ этихъ вѣтровъ, вслѣдствіе чего теоретически ожидаемая разность должна выразиться величиной $\sqrt{9}\ .\ 0{,}5\ .\ 0{,}0144$. равной почти 0,02, которая только въ 3 раза менѣе полученной въ дѣйствительности.

Всѣ вышеприведенныя доводы въ значительной степени убѣждаютъ насъ, что законъ измѣняемости скоростей вѣтра, для достаточнаго числа наблюденій, вполнѣ подчиняется закону случайностей и что для сужденія о повторяемости вѣтровъ разной силы, по даннымъ трехъ часовыхъ ежедневныхъ наблюденій, могутъ быть примѣнены выводы теоріи вѣроятностей.

Однако вопросъ о законѣ измѣняемости скоростей вѣтра еще нельзя считать пока вполнѣ доказаннымъ, такъ какъ всѣ наши разсужденія относились только къ вѣтрамъ наблюдаемымъ въ три разные момента въ теченіи сутокъ, и хотя эти моменты и достаточно удалены другъ отъ друга, но все таки произвольны.

Является по этому вопросъ пришли-ли бы мы къ тѣмъ-же заключеніямъ, если бы наблюденія производились за каждый часъ сутокъ или еще чаще. Казалось-бы, что если законъ случайностей примѣнимъ къ наблюденіямъ за три произвольные часа сутокъ, то увеличивая число наблюденій для большаго числа часовъ мы въ правѣ были бы ожидать еще большаго подтвержденія этого закона.

Но тутъ является такого рода вопросъ, что можетъ быть разные часы дня показываютъ свои особыя комбинаціи въ повторяемости вѣтровъ той или другой силы и тѣмъ слѣдовательно нарушаютъ

приведенный законъ случайностей. Полное рѣшеніе этого вопроса могло бы быть сдѣлано только въ томъ случаѣ, если-бы наблюденія для свѣхъ станцій имѣлись по крайней мѣрѣ за каждый часъ. Такъ какъ часовыя ежедневныя наблюденія производятся только метеорологическими обсерваторіями, то и провѣрка въ какой степени разсматриваемый законъ повторяемости вѣтровъ можетъ быть распространенъ на всѣ часы сутокъ возможна только для обсерваторій.

Для выполненія этой послѣдней задачи я воспользовался ежечасными наблюденіями надъ скоростями вѣтра въ обсерваторіяхъ Петербургской, Берлинской и Вѣнской, за трехлѣтній періодъ времени и для шести мѣсяцевъ теплаго времени года. Провѣрка эта произведена мною слѣдующимъ образомъ: я сосчиталъ числа наблюденныхъ вѣтровъ за каждый часъ сутокъ, соотвѣтственно каждой изъ группъ скоростей (тѣхъ-же самыхъ что и прежде) и подобное же число за тѣ три часа въ которые производятъ свои наблюденія станціи. Если законъ измѣняемости вѣтра остается въ томъ и другомъ случаѣ одинаковымъ, то отношеніе упомянутыхъ двухъ родовъ чиселъ, для каждой группы соотвѣтственно, должно было-бы быть ровно отношенію чиселъ часовъ наблюденій т. е. $\frac{24}{8}$ или 8.

Данныя для такого рода заключеній приведены въ слѣдующихъ таблицахъ 9 и 10.

ТАБЛИЦА № 9.

С.-Петербургъ.

1889 года.	Среднее мѣсячное число вѣтровъ разной силы по группамъ.				
	0—2	2—4	4—6	6—8	8 и больш.
За 3 часа . . .	73	193	185	77	20
За 15 дневн. час.	247	906	1043	437	118
За 24 часа. . .	535	1654	1477	570	156
1890 года.					
За 3 часа . . .	59	191	185	76	37
За 15 дневн. час.	180	903	977	463	217
За 24 часа. . .	449	1566	1455	638	277
1891 года.					
За 3 часа . . .	50	206	198	80	15
За 15 дневн. час.	161	963	1014	505	95
За 24 часа. . .	398	1685	1506	668	124

Вѣна.

1886 года.	Среднее мѣсячное число вѣтровъ разной силы по группамъ.			
	0—2	2—4	4—6	6 и больш.
За 3 часа . . .	141	121	108	179
За 14 дневн. час.	531	572	616	843
За 24 часа. . .	1276	936	864	1307
1890 года.				
За 3 часа . . .	121	114	110	203
За 14 дневн. час.	408	603	579	972
За 24 часа. . .	1025	926	823	1603
1891 года.				
За 3 часа . . .	120	134	117	178
За 14 дневн. час.	413	647	621	881
За 24 часа. . .	1073	1020	879	1397

Берлинъ.

1887 года.	Среднее мѣсячное число вѣтровъ разной силы по группамъ.			
	0—2	2—4	4—6	6 и больш.
За 3 часа . . .	52	157	148	182
За 14 дневн. час.	187	619	675	1081
За 24 часа . .	439	1300	1129	1524
1888 года (*).				
За 3 часа . . .	45	111	126	177
За 14 дневн. час	124	463	556	993
За 24 часа. . .	347	985	943	1391
1889 года (**).				
За 3 часа . . .	42	110	100	114
За 14 дневн. час.	128	465	465	641
За 24 часа. . .	359	915	746	898

(*) Наблюденія за сентябрь мѣсяцъ исключены.
(**) Наблюденія за іюнь и сентябрь исключены.

Въ таблицѣ 9-й для каждаго года и для каждой изъ обсерваторій приведено число наблюденныхъ вѣтровъ (по группамъ скоростей) за слѣдующіе періоды времени: а) за трехъ часовой промежутокъ времени, а именно: 7—8 у. 1—2 дн. и 8—9 ч. веч. для Петербурга, 7—8 утр. 2—3 дн. и 8—9 веч. для Берлина и 7—8 ут. 2—3 дн. и 8—9 веч. для Вѣны b) за 14 дневныхъ часовъ (для Петербурга 15 ч.) заключенныхъ въ предѣлахъ утреннихъ и вечернихъ трехъ часовыхъ наблюденій с) за 24 часа сутокъ. Слѣдуетъ однако замѣтить что всѣ эти данныя относятся къ среднимъ величинамъ выведеннымъ за каждый часъ и потому эти величины прямо несравнимы съ тѣми одиночными наблюденіями которые дѣлаются на каждой изъ станцій, но весьма естественно допустить, что въ большей массѣ наблюденій между тѣми и другими величинами должно существовать извѣстное постоянной соотношеніе. Такъ какъ для обсерваторій Петербургской и Вѣнской скорости вѣтра выражены въ километрахъ въ часъ, то группы по которымъ исчислялись числа вѣтровъ были слѣдующіе.

отъ	0 до 7 кил.	въ	часъ	соотвѣт.	отъ	0 до 2	мет.	въ	сек.
»	8 » 14	»	»	»	»	2 » 4	»	»	»
»	15 » 21	»	»	»	»	4 » 6	»	»	»
»	22 и болѣе	»	»	»	»	6 и болѣе		»	»

Въ таблицѣ 10 дано отношеніе чиселъ вѣтровъ приведенныхъ въ предыдущей таблицѣ: за 24 часовой и за 14 часовой промежутокъ времени, къ числу вѣтровъ за 3-хъ часовой промежутокъ времени.

ТАБЛИЦА № 10.

С.-Петербургъ.

Годы.	Отношеніе чиселъ вѣтровъ дневныхъ къ тремъ часовымъ.				
	0—2	2—4	4—6	6—8	8 и больш.
1889	3,38	4,69	5,64	5,68	5,57
1890	3,06	4,72	5,27	6,09	5,86
1891	3,22	4,67	5,22	6,31	6,32
Среднее . .	3,22	4,69	5,34	6,03	5,92

Годы.	Отношеніе чиселъ вѣтровъ суточныхъ къ трехъ часовымъ				
	0—2	2—4	4—6	6—8	8 и больш.
1889	7,33	8,55	7,98	7,40	7,80
1890	7,60	8,20	7,86	8,41	7,49
1891	7,96	8,17	7,60	8,34	8,26
Среднее . .	7,63	8,31	7,85	8,05	7,85

Вѣна.

Годы.	Отношеніе чиселъ вѣтровъ дневныхъ къ трехъ часовымъ.			
	0—2	2—4	4—6	6 и больш.
1886	3,76	4,73	5,71	4,69
1890	3,37	5,28	5,26	4,79
1891	3,43	4,83	5,31	4,95
Среднее . .	3,52	4,95	5,43	4,81
	Отношеніе чиселъ вѣтровъ суточныхъ къ трехъ часовымъ.			
1886	9,04	7,73	8,00	7,30
1890	8,46	8,11	7,48	7,90
1891	8,93	7,61	7,52	7,88
Среднее . .	8,81	7,82	7,67	7,69

Берлинъ.

Годы.	Отношеніе чиселъ вѣтровъ дневныхъ къ трехъ часовымъ.			
	0—2	2—4	4—6	6 и больш.
1887	3,60	3,71	4,56	5,93
1888	2,75	4,17	4,42	5,61
1889	2,91	4,23	4,56	5,62
Среднее. . .	**3,09**	**4,04**	**4,51**	**5,72**
	Отношеніе чиселъ вѣтровъ суточныхъ къ трехъ часовымъ.			
1887	8,43	7,78	7,64	8,37
1888	7,71	8,87	7,48	7,85
1889	8,53	8,32	7,46	7,88
Среднее. . .	**8,22**	**8,32**	**7,53**	**8,03**

Жирныя цифры показываютъ здѣсь трехъ годовыя среднія по группамъ изъ всѣхъ соотвѣтственныхъ чиселъ. Разсмотримъ числа показывающіе отношеніе 24 часоваго періода наблюденій къ 3-хъ часовому. Если мы возмемъ уклоненіе приведенныхъ въ таблицахъ отношеній для каждаго изъ годовъ, отъ средняго изъ нихъ по группамъ, и поступимъ съ этими уклоненіями на подобіе того какъ поступаютъ съ данными когда вычисляется средняя ошибка наблюденій, то получимъ среднюю измѣнчивость этихъ чиселъ по годамъ.

Эти послѣднія числа для Петербургской, Вѣнской и Берлинской обсерваторій въ послѣдовательномъ порядкѣ суть слѣдушія:

$$\pm 0,36, \pm 0,30, \pm 0,33$$

Аналогичныя цифры, полученныя изъ разсмотрѣнія уклоненій величинъ отдѣльныхъ группъ отъ средняго изъ всѣхъ группъ, для одного и того-же года и въ томъ-же порядкѣ обсерваторій суть слѣдующія:

$$\pm 0,26, \pm 0,29, \pm 0,40$$

Такъ какъ среднее изъ всѣхъ группъ и для всѣхъ обсерваторій даетъ цифру 8, а уклоненія отъ этой величины отдѣльныхъ группъ, какъ сейчасъ было указано, находятся въ предѣлахъ

колебаній тѣхъ-же величинъ по годамъ, то мы можемъ сдѣлать только тотъ выводъ, что повторяемости вѣтровъ исчисленныя по суточному періоду и по трехъ часовому должны быть тождественны. Это заключеніе было бы невѣрно, если бы вмѣсто суточнаго періода наблюденій мы взяли бы дневной. Въ этомъ случаѣ, какъ это видно изъ приведенныхъ таблицъ, колебанія подобныхъ-же отношеній по группамъ гораздо больше, чѣмъ колебанія однѣхъ и тѣхъ-же группъ по годамъ, ближайшей причиной чему вѣроятно служитъ усиленіе вѣтровъ въ дневные часы и увеличеніе чрезъ то ихъ средней скорости.

Изъ всего сказаннаго здѣсь мы вправѣ сдѣлать тотъ выводъ, что три наблюденія въ сутки, въ обычныя для того часы, даютъ такое же представленіе о распредѣленіи силы вѣтра, какъ и ежечасныя наблюденія.

§ 2. Средняя скорость вѣтра. Географическое распредѣленіе средней скорости вѣтра. Работа вѣтра.

Выведенный въ предъидущемъ параграфѣ законъ распредѣленія скоростей вѣтра даетъ намъ возможность, на основаніи приводимыхъ ниже разсужденій, вычислять истинную среднюю скорость, т. е. такую среднюю скорость, которая какъ бы была выведена изъ большаго числа наблюденій въ сутки, пользуясь только данными наблюденій произведенныхъ три раза въ теченіе сутокъ; при этомъ конечно предполагается, что избранный нами періодъ времени для исчисленія средней скорости вѣтра достаточно великъ, что-бы къ нему могъ быть примѣненъ упомянутый вѣроятный законъ распредѣленія скоростей вѣтра. Пусть въ теченіе послѣдняго такого періода времени произведено T разъ наблюденіе надъ скоростью вѣтра. Въ этомъ общемъ числѣ наблюденныхъ вѣтровъ скорости v_1, v_2, v_3. . . . . должны были бы въ послѣдовательномъ порядкѣ встрѣчаться слѣдующее число разъ: $T\sqrt{\frac{B}{\pi}}\,e^{-B(v_1-m)^2}$, $T\sqrt{\frac{B}{\pi}}\,e^{-B(v_2-m)^2}$, $T\sqrt{\frac{B}{\pi}}\,e^{-B(v_3-m)^2}$, ... помноживъ каждый изъ членовъ этого ряда на соотвѣтственную ему скорость v_1, v_2, v_3 . . . , взявъ затѣмъ сумму членовъ этого новаго ряда и раздѣливъ ее на число всѣхъ наблюденій T, получимъ ту величину которую мы назвали истинной средней скоростью вѣтра. Такъ какъ въ дѣйствительности наблюдаемыя скорости вѣтровъ могутъ имѣть

всевозможныя значенія, то не трудно видѣть, что истинная средняя скорость вѣтра M должна выразиться слѣдующимъ интеграломъ:

$$M = \int_{0}^{+3m} \frac{\sqrt{B}}{\sqrt{\pi}} e^{-B(v-m)^2} v \, dv$$

Здѣсь мною принято, что въ предѣлахъ отъ 0 до 3 m заключаются всѣ скорости вѣтровъ встрѣчающіяся въ дѣйствительности.

Для интегрированія этого выраженія слѣдуетъ сдѣлать положеніе

$$\sqrt{B} \cdot (v - m) = y$$

Тогда выражая интегралъ въ новой перемѣнной y получимъ

$$M = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-m\sqrt{B}}^{+2m\sqrt{B}} e^{-y^2} \left(\frac{y + m\sqrt{B}}{\sqrt{B}} \right) dy$$

Производя интегрированіе получимъ:

$$M = \frac{1}{2 \lg e \sqrt{\pi} \sqrt{B}} \left(e^{-m^2 B} - e^{-4m^2 B} \right) +$$

$$+ \frac{m}{2} \left(\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{+m\sqrt{B}} e^{-y^2} \partial y + \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{+2m\sqrt{B}} e^{-y^2} \partial y \right)$$

Интегралы показанные въ послѣднемъ выраженіи легко могутъ вычислены по готовымъ уже таблицамъ, приводящимся во многихъ курсахъ теоріи вѣроятностей.

Воспользовавшись величинами для коэффиціентовъ B данными въ таблицѣ № 4, я вычислилъ истинныя среднія скорости M соотвѣтственныя среднимъ скоростямъ m, выведеннымъ изъ троекратныхъ наблюденій въ сутки, причемъ были получены слѣдующія числа:

$m =$	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10 мт.
$\frac{M}{m} =$	1,300,	1,155,	1,089,	1,055,	1,035,	1,021,	1,012,	1,009,	1,008,	1,008.

Числа соотвѣтствующіе величинѣ $\frac{M}{m}$ показываютъ насколько слѣ-

дуетъ множитъ среднюю скорость m что-бы получить истинную среднюю скорость M. На чертежѣ № 5-й подъ буквой A дана кривая величинъ этого множителя для всевозможныхъ значеній, средней скорости вѣтра m (*). Данныя эти показываютъ, что чѣмъ больше средняя скорость вѣтра m, тѣмъ ближе она подходитъ къ истинной средней скорости M.

Послѣдній выводъ указываетъ на то, что средняя скорость вѣтра выведенная на основаніи троекратныхъ наблюденій въ теченіи сутокъ близка къ истинной. Разсмотримъ теперь какъ распредѣлена средняя скорость вѣтра на пространствѣ Европейской Россіи и части Центральной Европы. Для этой цѣли я воспользовался данными приведенными въ трудѣ I. Керсновскаго (**) «о суточномъ и годовомъ ходѣ силы вѣтра въ Россійской Имперіи», дополнивъ эти данныя многими новыми, какъ Русскихъ такъ и Иностранныхъ станцій.

Весь относящійся сюда матеріалъ собранъ въ приводимыхъ здѣсь таблицахъ №№ 11 и 12-й. Въ таблицѣ № 11 приведены среднія скорости вѣтра для 100 станцій Европейской Россіи. Въ первой графѣ этой таблицы данъ № по порядку, во второй названіе станціи, въ слѣдующихъ двухъ графахъ указано географическое положеніе станціи, далѣе даны для каждой станціи среднія скорости вѣтра выраженныя въ метрахъ въ секунду, отдѣльно для холоднаго времени года (съ октября по мартъ) и для теплаго времени года (съ апрѣля по сентябрь). Въ послѣднихъ графахъ указано число лѣтъ послужившихъ для вывода средней скорости и періодъ времени къ которому относятся наблюденія.

(*) На этомъ чертежѣ на горизонтальной линіи снизу отложены среднія скорости m въ метрахъ. Масштабъ для ординатъ показанъ на вертикальныхъ линіяхъ съ права и съ лѣва и обозначенъ тѣми же буквами, соотвѣтственно, къ которымъ кривымъ онъ относится.

(**) Приложеніе къ LXV тому записокъ Императорской Академіи Наукъ, СПБ. 1891.



ТАБЛИЦА № 11.

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Географическая широта.	Долгота отъ Гринвича.	Высота надъ моремъ.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секунду. Съ октября по мартъ.	Съ апрѣля по сентябрь.	Число лѣтъ наблюденій.	Періоды наблюденій.
		°	°	мт.				
1	С.-Петербургъ.	59,9	30,3	6	4,66	4,13	10	1875—84
—	Тоже.	—	—	—	4,88	4,15	5	1887—91
—	Тоже за оба періода . .	—	—	—	4,74	4,14	15	—
2	Кронштадтъ.	60,0	29,8	16	7,00	6,19	8	1877—84
3	Гогландскій маякъ . . .	60,1	27,0	11	6,00	4,65	10	1875—84
4	Дерптъ	58,4	26,7	68	3,22	2,82	10	1875—84
5	Москва {Костант. инст.	55,8	37,7	143	3,52	3,00	10	1875—84
	Москва {Петровск. акад.	55,8	37,5	170	4,53	3,49	6	1879—84
6	Казань	55,8	49,8	70	3,00	2,33	10	1875—84
7	Варшава	52,2	21,0	119	4,66	3,60	10	1875—84
—	Тоже.	—	—	—	3,95	2,45	3	1887—90
—	Тоже за оба періода . .	—	—	—	4,51	3,31	13	—
8	Кіевъ.	50,5	30,5	183	4,76	3,16	10	1875—84
—	Тоже.	—	—	—	3,00	2,62	4	—
—	Тоже за оба періода . .	—	—	—	4,25	3,00	14	—
9	Николаевъ	47,0	32,0	19	5,00	4,30	10	1875—84
10	Очаковъ	46,6	31,5	10	5,86	5,22	10	1875—84
11	Тарханкутскій маякъ. .	45,3	32,5	4	6,65	4,53	10	1875—84
12	Маргаритовка.	47,0	38,5	15	6,40	5,21	10	1875—84
13	Елисаветградъ.	48,5	32,6	125	3,10	2,71	10	1875—84
14	Луганъ	48,6	39,3	50	5,00	4,32	10	1875—84
—	Тоже.	—	—	—	6,12	5,33	5	1887—91
—	Тоже за оба періода. .	—	—	—	5,37	4,66	15	—
15	Поти.	42,1	41,6	8	4,15	3,13	10	1875—84

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Географическая широта.	Долгота отъ Гринвича.	Висота надъ моремъ.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секунду. Съ октября по мартъ.	Съ апрѣля по сентябрь.	Число лѣтъ наблюденій.	Періоды наблюденій.
16	Тифлисъ	41,7	44,8	409	2,48	2,74	10	1875—84
17	Пятигорскъ	44,0	43,0	505	2,90	2,71	10	1875—84
18	Ставрополь	45,0	42,0	585	1,88	1,78	10	1875—84
19	Даховскій п. (Сочи) . .	43,6	39,7	5	3,28	2,72	9	1875—83
20	Владикавказъ	43,0	44,7	684	2,82	3,12	10	1875—84
21	Баку	40,6	49,8	2	5,14	5,44	10	1875—84
22	Екатеринбургъ	56,8	60,6	274	4,06	3,42	10	1875—84
23	Виндава.	57,4	21,5	9	5,36	4,40	9	1876—84
24	Рига	57,0	24,1	18	3,00	2,65	9	1876—84
25	Петрозаводскъ.	61,8	34,4	67	6,01	4,86	9	1876—84
26	Валаамъ	61,4	31,0	45	5,00	3,43	6	1877—82
27	Пинскъ	52,1	26,1	140	5,00	3,81	9	1876—84
—	Тоже.	—	—	—	5,56	4,10	5	1887—91
—	Тоже за оба періода . .	—	—	—	5,20	3,91	14	—
28	Таганрогъ.	47,2	39,0	35	4,37	3,77	6	1875—80
29	Керчь	45,3	36,5	6	3,12	2,92	9	1875—80, 1882—84
30	Новороссійскъ.	44,7	37,8	20	3,48	2,94	9	1875—76, 1878—84
31	Астрахань.	46,3	48,0	—21	3,60	3,36	6	1879—84
32	Архангельскъ	64,5	40,5	5	3,78	3,30	8	1877—84
33	Сермакса	60,5	33,1	14	5,78	5,04	8	1887—84
34	Новая ладога	60,1	32,3	17	5,41	4,23	8	1887—84
35	Шлиссельбургъ.	60,0	31,0	14	4,74	4,06	8	1887—84
36	Балтійскій портъ. . . .	59,3	24,0	14	7,40	5,89	8	1887—84
37	Либава	56,5	21,0	6	4,70	3,73	5	1880—84
—	Тоже.	—	—	—	4,43	3,94	5	1887—91

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Географическая широта.	Долгота отъ Гринвича.	Высота надъ моремъ.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секунду. Съ октября по мартъ.	Съ апрѣля по сентябрь.	Число лѣтъ наблюденій.	Періоды наблюденій.
				мт.				
—	Тоже за оба періода . .	—	—	—	4,56	3,84	10	—
38	Вильна	54,7	25,3	106	1,82	1,70	6	1875, 1878—82
—	Тоже.	—	—	—	3,02	2,53	5	1887—91
—	Тоже за оба періода . .	—	—	—	2,42	2,00	11	—
39	Гулынки	54,2	40,0	108	4,52	3,70	8	1877—84
40	Воронежъ.	51,7	39,2	175	4,92	4,20	8	1877—84
41	Городище	49,3	31,5	90	2,72	2,20	8	1877—82
42	Севастополь.	44,6	33,5	60	4,74	4,14	7	1875—77,79,82—84
43	Симбирскъ	54,3	48,4	145	3,55	2,71	8	1877—84
44	Повѣнецъ.	62,8	34,8	49	3,24	2,76	7	1876—77, 80—84
45	Кола	68,9	33,0	10	4,62	4,20	7	—
46	Вытегра	61,0	36,5	60	4,18	3,38	7	1878—84
47	Павловскъ	59,7	30,5	41	4,10	3,53	7	1878—84
48	Ревель	59,4	24,8	21	6,57	5,53	7	1877—82, 1884
49	Перновъ	58,4	24,5	10	6,17	5,51	7	1878—84
—	Тоже.	—	—	—	6,50	6,06	5	1887—91
—	Тоже за оба періода . .	—	—	—	6,30	5,79	12	—
50	Старый Быховъ	53,5	30,3	156	4,56	3,66	7	1878—84
51	Бѣлозерскъ	60,0	37,8	131	3,45	2,97	7	1875—76, 81—84
52	Новгородъ	58,5	31,3	26	3,71	2,95	6	1879—84
53	Бѣлостокъ.	53,1	23,2	142	2,63	2,13	6	1875—79, 1884
54	Василевичи	52,3	29,8	137	3,72	2,88	6	1879—84
55	Новая Александрія. . .	51,4	22,0	144	3,50	2,45	6	1875, 1877—81
56	Днѣстровскій знакъ . .	46,1	30,5	3	6,08	5,64	6	1875, 77—79, 81, 84
57	Феодосія	45,0	35,4	—	4,25	3,21	6	1879—84

№№ по порядку.	Название мѣста.	Географическая широта.	Долгота отъ Гринвича.	Высота надъ моремъ.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секунду. Съ октября по мартъ.	Съ апрѣля по сентябрь.	Число лѣтъ наблюденій.	Періоды наблюденій.
58	Николаевское	51,6	45,5	187	5,04	4,20	5	1879—81, 83—84
59	Вятка	58,6	49,7	177	4,09	3,39	6	1879—84
60	Благодать.	58,3	59,8	381	5,60	4,00	6	1879—84
61	Ирбитъ	57,7	63,0	68	2,86	2,78	6	1875—78, 80—81
62	Зимняя золотица. . . .	65,7	40,2	9	5,87	4,87	5	1881—85
63	Динаминде	57,0	24,0	6	7,10	6,32	5	1881—85
64	Великіе-Луки	56,3	30,5	109	3,40	2,18	5	1880—84
65	Вологда.	59,2	39,9	114	2,70	2,01	5	1876—80
66	Рождественское	58,1	45,6	135	4,02	3,48	5	1880—84
67	Скопинъ	53,8	39,5	148	3,64	2,90	5	1881—85
68	Урюпинская.	50,8	42,0	88	4,52	3,52	5	1881—85
69	Камышинъ	50,5	45,4	21	0,86	1,10	5	1880—82, 84—85
70	Кишиневъ.	50,0	28,9	96	3,12	2,80	5	1876—80
71	Ялта	44,5	34,2	42	1,77	1,25	5	1880—84
72	Елисаветполь	40,7	46,3	458	1,78	2,10	5	1875—77, 82—83
73	Красноводскъ	40,0	53,0	21	3,78	4,24	5	1876—78, 83—84
74	Баусскъ.	56,4	24,2	28	3,35	3,21	5	1882—86
75	Горки	54,3	31,0	207	3,37	3,01	5	1877, 81—84
76	Старо-Сидорово	55,4	65,2	98	3,67	3,51	5	1880—81, 84—86
77	Заметчино	53,5	42,6	115	4,80	3,26	5	1880—84
78	Козловъ.	52,9	40,5	154	5,84	3,16	5	1882—86
79	Ефремовъ.	53,1	38,1	187	4,23	3,57	5	1882—86
80	Батумъ.	41,7	41,6	3	1,97	1,73	5	1882—86
81	Гурьевъ.	47,1	51,9	—20	5,49	5,61	5	1882—86
82	Вольскъ.	52,0	47,4	79	3,25	3,43	6	1882—85

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Географическая широта.	Долгота отъ Гринвича.	Высота надъ моремъ.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секунду. Съ октября по мартъ.	Съ апрѣля по сентябрь.	Число лѣтъ наблюденій.	Періоды наблюденій.
83	Саратовъ	51,5	46,0	50	4,16	3,84	4	1875, 76, 79—80
84	Ржевъ	56,3	34,3	213	3,35	3,13	4	1882—86
85	Херсонъ	46,6	32,6	25	3,88	3,28	5	1882—86
86	Одесса	46,5	30,7	65	4,17	3,70	4	1888—91
87	Псковъ.	57,8	28,3	45	4,66	3,82	4	1887—90
88	Смоленскъ	54,8	32,0	—	3,76	2,70	3	1889—91
89	Симферополь	45,0	34,1	254	2,40	1,73	3	1887—90
90	Уманъ	48,8	30,2	224	3,19	2,50	5	1887—91
91	Брестъ-Литовскъ . . .	52,1	23,7	135	3,91	3,70	1	1889
92	Березовъ	63,9	65,1	32	3,65	4,42	4	1887—90
93	Брянскъ	53,3	34,3	200	3,68	2,68	3	1887—89
94	Вышній-Волочекъ . . .	57,6	34,6	166	3,38	3,25	4	1887—90
95	Красный-Колядинъ . . .	50,9	33,0	162	4,98	3,30	3	1887—89
96	Оренбургъ	51,7	55,1	108	3,97	3,27	4	1887—90
97	Уральскъ	51,2	51,3	30	4,82	4,30	3	1887—89
98	Соловецкій монастырь .	65,0	35,8	3	5,62	5,16	2	1888—89
99	Богословскъ.	59,8	60,0	194	3,41	3,49	10	1875—84
100	Кемь.	65,0	34,7	13	6,30	5,13	9	1876—84

Въ таблицѣ 12 приведены, почерпнутые мною изъ лѣтописей соотвѣтственныхъ обсерваторій аналогичныя данныя для 11 Австрійскихъ (¹), 12 Прусскихъ (²), 13 Норвежскихъ (³), 14 Шведскихъ (⁴) и 2-хъ Румынскихъ станцій (⁵).

(¹) Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus — Wien.

(²) Deutsches Meteorologisches Jahrbuch — Berlin.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den Deutschen Küsten — Berlin.

(³) Jahrbuch des Norwegischen Meteorologischen Institut — Christiania.

(⁴) Observations météorologiques suédoises — Stockholm.

(⁵) Annales de l'institut Météorologique de Roumanie — Boucarest.

ТАБЛИЦА № 12.

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Географическая широта.	Долгота отъ Гринвича.	Высота надъ моремъ.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секунду. Съ октября по мартъ.	Съ апрѣля по сентябрь	Число лѣтъ наблюденій.	Періоды наблюденій.
	Австрія.	°	°	мт.				
1	Lemberg	49,9	24,0	298	5,53	5,70	5	1886, 1888—91
2	Czernowitz	48,3	25,9	236	3,35	3,42	5	
3	Barzdorf.	50,4	17,1	252	4,73	4,24	5	
4	Wien.	48,3	16,4	203	3.93	4,30	5	
5	Prerau	49,5	17,4	215	4,65	3,58	5	
6	Lesina	43,2	16,5	9	6,60	5,37	5	
7	Eger	50,1	12,3	463	4,18	2,77	5	
8	Salzburg	47,8	13,0	428	5,90	6,25	5	
9	Bregenz.	47,5	9,8	412	2,05	2,28	5	
10	Sarajevo	43,8	18,4	542	5,75	3,70	2	1890—91
11	Görz	45,6	13,8	91	0,77	0,90	5	1886, 1888—91
	Пруссія.							
1	Klausseu	52,8	22,1	130	9,50	9,10	3	1887—90
2	Thorn	53,0	18,6	57	5,58	5,50	3	1887—89
3	Breslau.	51,1	17,0	147	6,37	6,20	5	1887—91
4	Berlin	52,5	13,4	49	6,50	6,62	5	1887—91
5	Landsberg.	52,7	15,2	36	6,31	6,34	5	1887—91
6	Fraustadt	51,8	16,3	102	6,50	6,10	5	1887—91
7	Schivelbein	53,8	15,7	97	6,50	6,02	2	1890—81
8	Bromberg	53,1	18,0	42	5,00	5,52	2	1890—91
9	Margrabowo	54,0	22,5	162	7,62	6,25	2	1890—91

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Географическая широта.	Долгота отъ Гринвича.	Высота надъ моремъ.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секунду. Съ октября по мартъ.	Съ апрѣля по сентябрь.	Число лѣтъ наблюденій.	Періоды наблюденій.
		°	°	мт.				
10	Kiel	54,3	10,1	5	2,32	2,18	4	1886—89
11	Helgoland	54,2	7,9	42	4,13	3,15	4	1886—89
12	Münster I. W.	52,0	7,6	57	7,37	7,42	5	1886—89
	Норвегія.							
1	Bode	67,3	14,4	7	10,0	9,0	4	1887—90
2	Fagernaes.	68,5	17,4	8	9,7	7,7	4	
3	Alten.	70,0	23,2	13	2,9	2,4	4	
4	Vardö	70,3	31,1	10	14,3	10,7	4	
5	Ona	62,9	6,5	9	13,5	10,3	4	
6	Christiania	60,0	10,7	25	3,7	4,6	4	
7	Krappeto	59,1	11,6	108	4,7	6,5	4	
8	Eg	58,2	8,0	22	3,9	5,3	4	
9	Skudesnes.	59,1	5,3	4	10,9	9,6	4	
10	Bergen	60,4	5,4	17	7,7	6,5	4	
11	Chiistiansund	63,1	7,8	16	10,0	9,2	4	
12	Steukjaer	64,0	11,5	8	7,0	6,8	4	
13	Brönö.	65,5	12,2	10	8,9	7,8	4	
	Швеція.							
1	Lund	55,7	13,2	38	4,9	4,2	4	1883—84 1887—88
2	Kalmar	56,7	16,3	9	8,2	8,5	4	
3	Visby.	57,6	18,3	16	11,1	10,1	4	
4	Venersborg	58,4	12,3	54	7,5	7,5	4	
5	Stockholm.	59,3	18,0	44	6,9	6,5	4	

№№ по порядку.	Названіе мѣста.	Географическая широта.	Долгота отъ Гринвича.	Высота надъ моремъ.	Средняя скорость вѣтра. Метры въ секунду. Съ октября по мартъ.	Съ апрѣля по сентябрь.	Число лѣтъ наблюденій.	Періоды наблюденій.
		°	°	мт.				
6	Upsala	59,9	17,6	24	5,6	5,4	4	1883—84 по 1887—88
7	Falun.	60,6	15,6	116	5,6	6,6	4	
8	Sweg.	62,0	14,4	344	3,4	4,7	4	
9	Hernösand	62,6	18,0	15	5,7	6,0	4	
10	Umeä.	63,8	20,3	12	7,2	7,8	4	
11	Stensele.	65,1	17,2	324	5,0	6,5	4	
12	Pitea	65,3	21,5	11	5,1	5,4	4	
13	Haparanda.	65,8	24,1	9	5,9	7,0	4	
14	Karesundo.	68,4	22,5	—	7,5	8,2	4	
	Румынія.							
1	Bucarest.	44,4	26,1	84	4,5	3,8	5	1885—90
2	Sulina	45,1	29,7	2	4,6	4,6	7	1684—90

Весь матеріалъ слѣдовательно состоялъ изъ данныхъ наблюденій 152 станцій, раскинутыхъ на пространствѣ Европейской Россіи, Центральной и Сѣверо-Западной Европы.

Просматривая эти таблицы мы видимъ, что приведенный матеріалъ далеко не однороденъ, такъ какъ среднія скорости выведены за разные періоды времени и за разные промежутки въ десять, пять и менѣе лѣтъ. Слѣдуетъ однако замѣтить, что относящіяся сюда данныя и не могутъ претендовать на большую точность, такъ напримѣръ у многихъ иностранныхъ станцій скорости вѣтра показаны по шкалѣ 0—12, въ нѣкоторыхъ-же даже еще болѣе приближенно, а именно по шкалѣ 0—6 (Норвежскія станціи), что не могло не имѣть своимъ послѣдствіемъ нѣкотораго произвола въ переводѣ выраженныхъ такимъ образомъ скоростей на метры. Съ другой стороны разсматривая внимательно всѣ наблюденія по годамъ мы можемъ убѣдиться, что значительныя уклоненія въ среднихъ

скоростяхъ вѣтра встрѣчаются довольно рѣдко. Въ таблицѣ 11-й приведены для нѣкоторыхъ станцій среднія скорости вѣтра за десятилѣтній и за пятилѣтній промежутокъ времени и за немногими исключеніями эти среднія скорости уклоняются другъ отъ друга только въ десятыхъ доляхъ метра. Все вмѣстѣ взятое приводитъ къ заключенію, что неоднородность матеріала не настолько можетъ имѣть существенное вліяніе, что-бы изъ за нея не могли бы быть изучены мѣстныя и географическія условія вліяющія на распредѣленіе среднихъ скоростей вѣтра.

Пользуясь данными послѣднихъ таблицъ, и нанеся на карты приведенныя въ этихъ таблицахъ среднія скорости вѣтра для разныхъ станцій, я провелъ «изодинамы» вѣтра, или линіи соединяющія на картѣ пункты въ которыхъ среднія скорости вѣтра одинаковы, отдѣльно для теплаго и для холоднаго времени года. Такіе изодинамы, проведенные чрезъ каждый метръ скорости, показаны на картахъ №№ 1 и 2-й.

Въ виду всего что было сказано ранѣе, нельзя было разсчитывать на то, чтобы изодинамы могли быть проводимы путемъ интерполяціи среднихъ скоростей вѣтра, подобно тому какъ это дѣлается при проведеніи изобаръ, поэтому я стремился проводить ихъ такъ, что-бы они наилучшимъ образомъ опредѣляли собою тѣ районы въ которыхъ бы преобладали тѣ или другіе среднія скорости вѣтра. При такомъ способѣ группировки среднихъ скоростей проведеніе изодинамъ пріобрѣтаетъ опредѣленный характеръ и, какъ не трудно убѣдиться изъ разсмотрѣнія картъ, самые районы при этомъ выступаютъ вполнѣ рельефно.

Общій характеръ въ распредѣленіи среднихъ скоростей вѣтра указываемый изодинамами, есть тотъ, что отъ всѣхъ большихъ цѣпей горъ, каковы напримѣръ: Кавказъ, Карпаты и Скандинавскія горы, тянутся въ направленіи къ сѣверу или Сѣверо-Востоку области съ сравнительнымъ затишьемъ. Наоборотъ отъ морей: Чернаго, Каспійскаго и Балтійскаго, въ томъ-же направленіи, идутъ области въ которыхъ преобладаютъ наиболѣе сильные вѣтра. Въ нѣкоторыхъ пунктахъ, какъ напримѣръ у Висби и Торна, мы видимъ изодинамы въ 10 и болѣе метровъ, которые указываютъ какъ-бы на то, что здѣсь существуютъ особые центры наибольшаго динамическаго дѣйствія, но происходитъ-ли это явленіе вслѣдствіе дѣйствительно повышенной скорости вѣтровъ здѣсь или причина такаго факта кроется въ самыхъ способахъ наблюденій скорости вѣтра сказать съ увѣренностью нельзя.

Пользуясь приведенными картами изодинамъ а также кривыми повторяемости вѣтровъ разной силы по группамъ (черт. 4) является возможность показать также на картахъ, какъ распредѣлена повторяемость вѣтровъ разной силы. Эта задача выполнена мною только для группы сильныхъ вѣтровъ въ 6-ть и болѣе метровъ въ секунду. На картахъ №№ 3-й и 4-й показаны кривыя, которые соединяютъ пункты въ которыхъ повторяемость появленія вѣтровъ упомянутой группы, выраженная въ процентахъ всего числа вѣтровъ, одинакова. Характеръ кривыхъ, какъ и слѣдовало ожидать, подобенъ изодинамамъ.

На эти послѣднія карты я кромѣ того еще нанесъ средніе пути минимумовъ за 11 лѣтній промежутокъ времени. Пути эти показаны красными линіями, причемъ число линій приблизительно въ двое менѣе числа циклоновъ сопровождавшихся сильными вѣтрами и прошедшихъ: за три лѣтніе мѣсяца (іюнь, іюль и августъ), показанныхъ на картѣ для теплаго времени года, и за три зимнихъ мѣсяца (декабрь, январь и февраль), показанныхъ на картѣ для холоднаго времени года. Пути таковыхъ циклоновъ заимствованы изъ труда моего (*) «Очеркъ ученія о предсказаніи погоды» въ которомъ сдѣлана сводка путей минимумовъ по временамъ года, за указанный промежутокъ времени.

Принимая во вниманіе, что пути циклоновъ, прошедшихъ въ періодъ теплаго или холоднаго времени года, носятъ тотъ-же характеръ вообще, что и пути циклоновъ прошедшихъ въ теченіе лѣтняго или зимняго времени года (въ чемъ можно убѣдиться отчасти разсматривая упомянутыя карты путей минимумовъ по сезонамъ), мы изъ приведенныхъ картъ усматриваемъ, что мѣста въ которыхъ чаще появляются сильные вѣтра суть такіе, которые наиболѣе часто подвергаются прохожденіямъ циклоновъ.

Послѣдній вопросъ, который мы можемъ рѣшить на основаніи разсмотрѣннаго закона, заключается въ нахожденіи той энергіи или суммы работъ которую можетъ производить вѣтеръ при своемъ движеніи, независимо отъ его направленія. Примемъ, что сила развиваемая вѣтромъ будетъ пропорціонально квадрату скорости, тогда работа вѣтра скорость котораго есть v будетъ пропорціонально кубу этой скорости.

(*) М. Поморцевъ. Очеркъ ученія о предсказаніи погоды. СПБ. 1890 г.

Возмемъ для разсужденія нѣкоторый промежутокъ времени T, выраженный положимъ въ секундахъ и примемъ что столько-же было сдѣлано наблюденій скорости вѣтровъ, тогда число вѣтровъ разныхъ скоростей v_1, v_2, v_3.... при средней скорости ихъ m, подобно предыдущему, выразятся слѣдующими величинами.

$$T\frac{\sqrt{B}}{\sqrt{\pi}}e^{-B(v_1-m)^2},\ T\frac{\sqrt{B}}{\sqrt{\pi}}e^{-B(v_2-m)},\ T\frac{\sqrt{B}}{\sqrt{\pi}}e^{-B(v_3-m)^3},\ldots$$

Помножая каждый изъ членовъ этого ряда на v_1^3, v_2^3, v_3^3,... соотвѣтственно, суммируя затѣмъ всѣ произведенія, получимъ сумму работъ произведенныхъ всѣми вѣтрами въ разсматриваемый промежутокъ времени T. Полная работа Q произведенная всѣми вѣтрами въ теченіе послѣдняго промежутка времени должна выразиться величиной пропорціональной слѣдующему интегралу

$$Q = p\,T\frac{\sqrt{B}}{\sqrt{\pi}}\int_0^v e^{-B(v-m)^2}v^3\,d\,v$$

гдѣ p есть коэффиціентъ пропорціональности. Чтобы произвести самое интегрированіе положимъ какъ и прежде $\sqrt{B}\,(v-m)\,y$, тогда выразивъ интегралъ въ новой перемѣнной получимъ

$$Q = p\frac{T}{B\sqrt{B}}\int_{-m\sqrt{B}}^{+(v-m)\sqrt{B}} e^{-y^2}(y+m\sqrt{B})^3\,d\,y$$

Производя интегрированіе и принимая во вниманіе, что

$$\int e^{-y^2}y^3\,dy = -\frac{e^{-y^2}}{2\lg e}\left(y^2+\frac{1}{\lg e}\right),\ \int e^{-y^2}y^2\,dy = -\frac{1}{2\lg e}\,ye^{-y^2}+$$

$$+\frac{1}{2\lg e}\int e^{-y^2}dy\text{ , и }\int e^{-y^2}y\,dy = -\frac{1}{2\lg e}\,e^{-y^2}$$

получимъ

$$Q = \frac{pT}{B\sqrt{B}}\left[+\frac{e^{-Bm^2}}{2\lg e}\left(Bm^2+\frac{1}{\lg e}\right)+\frac{e^{-B(v-m)^2}}{2\lg e}\left(Bv^2+mBv+\right.\right.$$

$$\left.\left.+m^2B+\frac{1}{\lg e}\right)+\left(\frac{3m\sqrt{B}}{2\lg e}+(m\sqrt{B})^3\right)\int_{-m\sqrt{B}}^{+(v-m)\sqrt{B}} e^{-y^2}dy\right]$$

Послѣднее выраженіе должно быть разсмотрѣно въ предѣлахъ отъ $v=0$ до $v=3m$, такъ какъ за этими предѣлами скоростей въ дѣйствительности уже не встрѣчается почти вѣтровъ, но принимая во вниманіе, что величина $e^{-B(v-m)^2}$ быстро приближается къ нулю, когда v подходитъ къ $3m$, мы вмѣсто послѣдняго предѣла можемъ взять $v=\infty$. При этомъ предѣлѣ послѣднее выраженіе значительно упрощается и выраженіе для Q получается слѣдующее

$$Q = Tm^3p\left[\frac{e^{-m^2B}}{2\sqrt{\pi}.\lg e}\left(\frac{1}{m\sqrt{B}}+\frac{1}{\lg e\,(m\sqrt{B})^3}\right)+\right.$$

$$\left.+\left(\frac{3}{2\lg e\,(m\sqrt{B})^2}+1\right)\frac{1}{2}\left(\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^{+m\sqrt{B}} e^{-y^2}dy+1\right)\right]$$

Въ этомъ послѣднемъ выраженіи обозначимъ весь многочленъ заключенный въ скобки чрезъ R, тогда можемъ сказать, что энергія Q развиваемая вѣтромъ и выражающаяся произведеніемъ Tm^3pR равна энергіи вѣтра исчисленной по средней скорости вѣтра Tm^3p помноженной на нѣкоторый многочленъ R, который въ свою очередь зависитъ только отъ средней скорости m. Величина R слѣдовательно представляетъ собою отношеніе энергій обоего рода. Пользуясь для величины коэффиціента B тѣми-же данными какія были приняты при вычисленіи истинной средней скорости, мною вычислены слѣдующія величины R, отвѣчающія разнымъ среднимъ скоростямъ вѣтра m.

m	2	3	4	5	6	7	8	9	10 мт.
R	1.709,	1.460,	1.326,	1.263,	1.224,	1.204,	1.198,	1.197,	1.197

На чертежѣ № 5 кривая обозначенная буквою R даетъ значенія множителя R для всевозможныхъ среднихъ скоростей вѣтра m.

Кривая эта какъ видимъ совершенно подобна кривой А, показывающей отношеніе между истинной средней скоростью М и средней скоростью m. Въ виду этого многочленъ R можетъ быть выраженъ только въ функціи величины $\frac{M}{m}$, что дѣйствительно мы и находимъ, а именно:

$$R = 3{,}332\left(\frac{M}{m} - 0{,}650\right)$$

Въ выраженіи $Q = m^3 p\, TR$ въ дѣйствительности слѣдуетъ вмѣсто средней скорости m взять истинную среднюю скорость М, что же касается многочлена R, то онъ можетъ быть оставленъ безъ измѣненій. Такъ какъ отношеніе $\frac{M}{m}$ намъ уже извѣстно, то подставляя его въ выраженіе для Q получимъ:

$$Q = m^3 \left(\frac{M}{m}\right)^3 p\, T\, R$$

Величина $\left(\frac{M}{m}\right)^3 m^3 R$ зависитъ только отъ средней скорости m, называя ее буквой С будемъ имѣть:

$$Q = Tp \,.\, C$$

На чертежѣ № 5-й кривая С даетъ значенія величинъ С для разныхъ скоростей вѣтра m.

Что бы составить себѣ понятіе о численной величинѣ той энергіи, которую можетъ развить вѣтеръ въ теченіе извѣстнаго промежутка времени, необходимо знать давленіе q, которое онъ можетъ производить на плоскость поставленную перпендикулярно къ направленію его движенія.

Какъ извѣстно для этой цѣли имѣется нѣсколько опытныхъ и теоретическихъ выраженій; такъ напримѣръ Феррель даетъ слѣдующее выраженіе для величины этого давленія

$$q = a\frac{H}{H_0}\,\frac{1}{1+\alpha t}\; s\, v^2$$

гдѣ a есть численный коэффиціентъ, Н наблюденная высота барометра, H_0 нормальная высота барометра, t температура воздуха, α коэффиціентъ расширенія воздуха, s размѣръ площади и v скорость вѣтра.

На основаніи опытныхъ изслѣдованій Піобера и Морена, Ренара и Ланглея давленіе вѣтра на поверхность равную 1 кв. мт., при нѣкоторыхъ среднихъ величинахъ высоты барометра и температуры воздуха на землѣ (*) выражается такъ

$$q = 0{,}0848\ v^2 \text{ клгр.}$$

Такимъ образомъ вставивъ вмѣсто p въ послѣднемъ выраженіи для Q величину 0,0848 и выразивъ время T въ секундахъ получимъ

$$Q = 0{,}0848\ CT \text{ клгр.-метр.}$$

Вычисленныя при этихъ данныхъ величины энергіи развиваемой вѣтромъ, при разныхъ среднихъ его скоростяхъ, въ теченіе одной минуты времени, средней изъ нѣкотораго длиннаго періода времени, показаны на кривой чертежа № 5.

Изъ приведенной кривой мы можемъ видѣть, что энергія развиваемая вѣтромъ въ извѣстное время быстро возрастаетъ съ увеличеніемъ средней скорости вѣтра m, такъ при $m = 4$ мт., $Q = 507$ клг.-мт., а при $m = 8$ мт., $Q = 3207$ клг.-мт.

Какъ примѣръ приложенія разсмотрѣннаго вопроса къ задачамъ метеорологіи, вычислимъ насколько можетъ быть нагрѣта извѣстная масса движущагося воздуха, если мы всю работу которую онъ можетъ произвести превратимъ въ тепло.

Возмемъ для примѣра вѣтеръ съ наибольшей средней скоростью 10 мт. въ 1 ск. и сдѣлаемъ самыя вычисленія для условій предыдущаго вывода, т. е. полагая что они отнесены къ площади сѣченія въ 1 кв. метръ. Сумма работъ произведенныхъ вѣтрами означенной средней скорости въ теченіе одного часа времени равна 374700 клгр.-мт., раздѣливъ это число на механическій эквивалентъ тепла 425, получимъ число единицъ тепла или то количество литровъ воды, которое можетъ быть нагрѣто на 1°Ц. этой работой; число это равно 881,6 един. тепла. Количествомъ тепла освобожденнымъ 1 литромъ воды, какъ извѣстно, можетъ быть нагрѣто на тоже число градусовъ 3 куб. метра воздуха, слѣдовательно выдѣленное тепло нагрѣетъ 2645 куб. метр. воздуха на 1°Ц. Масса воздуха пробѣжавшаго со скоростью 10 мт. въ 1 ск. въ теченіе часа въ

(*) По даннымъ Ланглея $p = 0{,}0848$ при давленіи воздуха 735 мм. и температурѣ его 10° Ц.

этомъ случаѣ будетъ равна 36000 куб. метра. Эти данныя приводятъ къ заключенію, что температура этой массы воздуха можетъ быть повышена только на ничтожную величину меньшую 0,1° Ц., если даже вся разсматриваемая работа вѣтра будетъ превращена въ тепло.

Съ увеличеніемъ превышенія надъ поверхностью земли до извѣстнаго предѣла, энергія могущая быть развитой движущимися массами воздуха возрастаетъ въ значительной степени.

Въ самомъ дѣлѣ уже на высотѣ 1000 — 2000 мт. скорость вѣтра возрастаетъ въ 2 — 3 раза сравнительно со скоростью вѣтра на землѣ, а выше еще болѣе, слѣдовательно уже на упомянутыхъ высотахъ увеличеніе скорости вѣтра увеличиваетъ работу вѣтра въ 8 — 27 разъ, между тѣмъ какъ коэффиціентъ p, уменьшаясь вообще пропорціально давленію, падаетъ здѣсь только до 0,6 своей величины.

Такъ какъ воздухъ находится въ постоянномъ движеніи, то все сказанное приводитъ насъ къ заключенію, что энергія такаго движенія исчисляемая для всей воздушной оболочки земли должна быть очень велика.

М. Поморцевъ.

SYNOPSIS.

§ 1. The collection of observations on the velocity of wind and deductions made therefrom.

The research is based on data received from tridaily observations made on the force of wind at ten stations in Russia and nine in Prussia and Austria, during 1887 — 91. The main part of these observations refers to the six warm months of the year (April — September), embracing the data of observations during 624 months. Therefore in this period of time are collected more than 57000 separate observations on the velocity of wind.

The process of work consisted in the deduction for each month of a mean velocity of wind and in the determination from the given observations from each station of the numbers of winds of different velocity in groups of every two metres per second.

If we take the ratio of the last numbers, in relation to all the observations during a period of one month, we obtain numbers showing «the relative frequency» of winds of different force.

The analytical research of such mean numbers for 5 years, for each station, showed that the relative frequency W of wind of a certain velocity v, which enters into the group of monthly winds the mean velocity of which is m, can be expressed in the following formula:

$$W = \frac{\sqrt{B}}{\sqrt{\pi}} e^{-B(v-m)^2}, \text{ where } B = \frac{n-1}{\Sigma (v-m)^2}$$

Here n is the number of all the winds with the velocities v_1, v_2, v_3. . . . . , which enter into the deduction of the mean velocity m and $\Sigma (v-m)^2 = (v_1 - m)^2 + (v_2 - m)^2 + \ldots\ldots$

On the drawing № 1 are traced the curves for different stations, the ordinates of which represent the quantities W (for the group of wind velocities from 2 to 2 metres) and the abscisses represent mean velocities m.

The quantities $B = \frac{n-1}{\Sigma (v-m)^2}$ and $A = \sqrt{\frac{B}{\pi}}$ are thoroughly determined if then mean velocity m is given. The quantities of such theoretical coefficients calculated of these formulas are represented by the curves on drawing № 2.

Utilising the last coefficients, I constructed on drawing № 3 the curves of theoretical quantities **W** for different mean velocities of wind m (shown on the top of each curve). For the comparison of the quantities W given by these curves with the corresponding quantities given by the observations all the latter are divided into 3 groups dependent on the following velocities of the wind: from 0 to 4, from 4 — 6, from 6 — to more metres per second. On the drawing № 4 by unbroken curves are shown the relative frequencies of the 3 mentionned groups based on the data of immediate observations (all the number of the observed winds during one month is taken as unit), and by dotted curves are shown similar quantities, but deducted on the basis of the data of theoretical curves shown on drawing № 3, by the calculations of the areas of these latter ones in the limits of the velocities of the groups by the aid of Simpson's formulas. Both categories of the curves show one and the same character, and the difference between them does not exceed the triple quantity of the theoretical difference calculated on the rules of the theory of probabilities.

The working up of the data of hourly observations of the velocities of wind for each of the three observatories: St. Petersburg, Vienna and Berlin (table №№ 9 — 10) for the period of 3 years for each, shows that the deducted law of the distribution of the velocities of the winds is also fully applicable as well as the hourly observations.

From the afore said it follows, that the distribution of the velocities of the wind in relation to its mean quantity thoroughly follow on the law of chance.

§ 2. The mean velocity of wind. Geographical distribution of the mean velocity of winds. The work of winds.

Based on the deducted law the true mean velocity of wind M will be expressed by the following integral

$$M = \int_0^{3m} \sqrt{\frac{B}{\pi}}\, e^{-B(v-m)^2}\, v\, dv,$$

where m is the mean velocity of wind deducted on the tri-hourly observations, made each day.

On the drawing № 5 the ordinates of the curve A show the significance of the quantity $\left(\frac{M}{m}\right)$ by which must be multiplied the mean velocity of the wind m in order to receive the true M.

In order to ascertain how the mean velocity of the winds is distributed geographically, there were selected one hundred stations in European Russia and fifty two stations in Germany, Austria, Sweden, Norway and Roumania, in which the mean velocity of the winds is mainly deducted for the period of from 5 — 10 years.

Taking into account such data, on drawings № 1 and 2 are shown the isodynamic lines of winds drawn through each metre of the mean velocity of winds separately for the cold season of the year (October — March, drawing № 2) and for the warm season of the year (April — September, drawing № 1). These isodynamic lines show, that the strongest winds are mostly met with on the Baltic, Black and Caspian seas, from which towards the N. E. stretch narrow regions also with comparative strong winds. On the contrary, from the large chains of mountains — Caucasus, Carpathian and Scandinavian stretch in the same direction regions with a comparatively calm atmosphere.

On the drawings № 3 and 4 are shown the curves, joining the points where the frequency of all winds, entering into the groups having 6 and more metres velocity, expressed in the per centage of the general number of winds, is the same. On the same drawings the red lines indicate the mean road of observed cyclones, which passed during a period of 11 years, (the number of lines is approximately half the number of the cyclones, which passed during this period), while on the drawing, showing the warm part of the year are traced the summer cyclones (from June to August), and on the drawing for the cold season are traced the winter cyclones (from December to February). The latter drawings show that those regions, where the strongest winds predominate are also more often visited by cyclones.

Accepting that the pressure P, produced by the wind on the surface of one square metre placed perpendicularly to the wind, is expressed by $P \overset{\text{kilogr}}{=} 0{,}0848\ v^2$, where v is the velocity of the wind, then the work Q of the wind, independantly of its direction, during a certain period af time T, (expressed in seconds) will be

$$Q = 0{,}0848\ T. \int_0^{3m} \sqrt{\frac{B}{\pi}}\, e^{-B(v-m)^2} v^3\, d\, v\ ,$$

while this work is also calculated to one square metre of the surface of the intersection perpendicular to the direction of the winds.

After a series of transformations the quantity Q can be expressed in like manner $Q = 0{,}0848\ T\ m^3\ C$, where C is the function only of the mean velocity of *m*. The quantity C is expressed by the ordinates of the curve C, drawing № 5. The quantities Q for different mean velocities of wind *m* are shown by the ordinates of the curve Q drawing № 5, while this is the work during the time of one minute and is expressed in units: kilgr-metr.

If, for example, at the mean velocity of the wind equal to 10 metres per second, we would transfer all the productive force of this wind into heat, then with this heat we could head all the mass of the passing air (through the section of one square metre) only by 0,1° Celsius.

As with the increase of the height the velocity of the wind generally increases, the work, which may be developed by the wind, increases in proportion to the cube of velocities while the quantity of the coefficient 0,0848 is decreased only in proportion to the pressure, then with the retiring from the surface of the earth the energy developed by the wind generally increases up to a known limit.

0.425
0.400
0.375
0.350
0.325
0.300
0.275
0.250
0.225
0.200
0.175
0.150
0.125
0.100
0.075
0.050
0.025
0

